Atena Editora
Ano 2022

Ensino, pesquisa e inovação em botânica 2

Jesus Rodrigues Lemos
(Organizador)


Atena
Editora
Ano 2022
Ensino, pesquisa e inovação em botânica 2
Jesus Rodrigues Lemos
(Organizador)

Editora chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora executiva
Natalia Oliveira
Assistente editorial
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto gráfico
Bruno Oliveira
Camila Alves de Cremo
Daphynny Pamplona
Luiza Alves Batista
Natália Sandrini de Azevedo
Imagens da capa
iStock
Edição de arte
Luiza Alves Batista

Ensino, pesquisa e inovação em botânica 2

Diagramação:	Daphynny Pamplona
Correção:	Yaiddy Paola Martinez
Indexação:	Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão:	Os autores
Organizador:	Jesus Rodrigues Lemos

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E59 Ensino, pesquisa e inovação em botânica 2 / Organizador Jesus Rodrigues Lemos. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-0258-9
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.589222405

1. Botânica. I. Lemos, Jesus Rodrigues (Organizador). II. Título.

CDD 580

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE

Atena Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce,* ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

A obra “Ensino, Pesquisa e Inovação em Botânica 2”, seguindo o foco do primeiro volume, continua transitando por esferas que permitem a possibilidade de percepção do quão ampla e abrangente é esta grande área das Ciências Biológicas, esta, por sua vez, um grande campo do conhecimento.

Este segundo volume também traz a oportunidade ao leitor de enveredar por caminhos nos quais verificará uma amplitude de pensamento acerca do que pode ser explorado, e, ainda, provocando neste leitor o alargamento das suas perspectivas de realização de investigações envolvendo as plantas, organismos sobre os quais tem-se percebido e constatado, cada vez mais, sua fundamental importância na manutenção salutar da vida no planeta.

Somente por questões de uma fluência sequenciada deste título, os capítulos foram trazidos concebendo seus perfis principais dentro da proposta geral, assim, primeiramente são trazidos estudos com enfoque direcionados especificamente ao ensino formal e não-formal de Botânica, seguidos de pesquisa básica com subáreas mais tecnicistas, entretanto, todas desembocando em vieses nitidamente inovadores.

Assim, objetivamente, desejo aos leitores que aproveitem ao máximo das informações aqui contidas, reproduzindo-as, aplicando-as e expandido seus horizontes.

Jesus Rodrigues Lemos

SUMÁRIO

https://doi.org/10.22533/at.ed.5892224054

CAPÍTULO 1

PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO DIGITAL PARA USO E APLICAÇÃO NO ENSINO FORMAL E NÃO FORMAL DE BOTÂNICA COM PLANTAS DA ARBORIZAÇÃO URBANA DE PARNAÍBA, NORTE DO PIAUÍ

Data de aceite: 01/05/2022
Data de submissão: 09/05/2022

Andrislene Costa da Conceição
Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPar)/*Campus* Ministro Reis Velloso
Parnaíba - Piauí
http://lattes.cnpq.br/8416547039244669

Lucas dos Santos Araújo
Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPar) Parnaíba - Piauí
http://lattes.cnpq.br/1156545441612504

Jéssica Lira Viana
National Taiwan University
http://lattes.cnpq.br/4584680247325972

Ivanilza Moreira de Andrade
Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPar) Parnaíba - Piauí
http://lattes.cnpq.br/7284717480828084

Jesus Rodrigues Lemos
Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPar) Parnaíba - Piauí
http://lattes.cnpq.br/0603749727482775

***** Este trabalho foi resultante do Projeto "Chave de identificação taxonômica baseada em caracteres vegetativos e produção de material didático digital para uso e aplicação no ensino formal e não formal de Botânica a partir da arborização urbana de Parnaíba, norte do Piauí", desenvolvido no âmbito do Edital UFDPar - Edital PIBIC e PIBIC nas Ações Afirmativas (Af) (2020/2021), pelo discente Andrislene Costa da Conceição e orientação do Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos

RESUMO: Os benefícios do paisagismo e da arborização urbana vão muito além dos elementos estéticos e cênicos estabelecidos pela nova paisagem. Saber quais espécies estão sendo utilizadas nas praças e canteiros da cidade fornece uma noção do conhecimento que se tem sobre as plantas nativas da região, também com o intuito de disseminar o conhecimento e valores de conservação destas espécies, inclusive no ambiente escolar, momento oportuno, segundo vários autores, para apresentar e estimular valores de conservação ambiental.Assim, a finalidade principal deste trabalho foi realizar um levantamento das espécies utilizadas na ornamentação paisagística da zona urbana na cidade de Parnaíba, Piauí e, a partir do conhecimento, disponibilizá-las em ferramentas digitais que possam alcançar o processo de valorização dos espaços públicos urbanos. Este processo assim, se enquadra não somente na Educação formal mas também na Educação não formal.

PALAVRAS-CHAVE: Morfologia vegetal, Diversidade florística, Taxonomia vegetal tradicional

PRODUCTION OF DIGITAL TEACHING MATERIAL FOR USE AND APPLICATION IN FORMAL AND INFORMAL BOTANY TEACHING WITH PLANTS FROM THE URBAN ARBORIZATION OF PARNAÍBA, NORTH OF PIAUÍ

ABSTRACT: The benefits of landscaping and urban afforestation go far beyond the aesthetic and scenic elements established by the new landscape. Knowing which species are being used in the city's squares and flowerbeds provides an

idea of our current knowledge about the native plants of the region. Furthermore, according to several authors, disseminating these species' knowledge and conservation values, including in the school environment at an opportune moment, presents and encourages values of environmental conservation. Thus, this work's primary purpose was to survey the species used in the landscape ornamentation of the urban area in the city of Parnaíba, Piauí state. In addition, this work provides digital tools with the knowledge derived from the survey, which supports the valorization of urban public spaces. Therefore, the product of this work fits not only within formal education but also within informal education.
KEYWORDS: Plant morphology, Floristic diversity, Traditional plant taxonomy

1 | INTRODUÇÃO

No desenvolvimento de projetos de arborização urbana, a atenção tem sido concentrada~~,~~ principalmente~~,~~ na criação de belezas cênicas e elementos de sombreamento, contemplando avenidas, ruas e jardins residenciais, componentes do ambiente urbano. As belezas cênicas geradas artificialmente~~,~~ são geralmente~~,~~ inspiradas em estudos e observações naturais, buscando-se criar ou adicionar atrativos, harmonizá-las e adaptá-las às necessidades humanas (KULCHETSCKI *et al.*, 2006).

Os benefícios advindos da arborização e do novo ambiente criados são inúmeros, além de belezas cênicas, tais como substancial melhoria na qualidade do ar, com a filtragem e remoção de gases e partículas poluidoras (SMARDON, 1988; NOWAK, 1994; SUMMIT; MCPHERSON, 1998); redução do consumo de energia doméstica devido ao sombreamento arbóreo no verão e do efeito de quebra-vento no outono e inverno (HEISLER, 1986; NOWAK, 1994); e em muitas situações estudadas, considerando o nível social e educacional dos moradores, a presença de vegetação perene reflete o nível de vida e o desejo de bem-estar da população urbana (SUMMIT; MCPHERSON, 1998). Os benefícios associados com a saúde física e mental, melhoria da autoestima, redução dos níveis de estresse físico e mental, além de se constituir num elemento positivo frente à recuperação de enfermidades (ULRICH, 1981, RELF, 1981, SOMMER *et al.*, 1983; NOWAK, 1994; SUMMIT; MCPHERSON, 1998).

Ruas arborizadas apresentam maior convivência e receptividade por parte de seus moradores quando comparadas com áreas públicas sem a presença de vegetação (SCHROEDER, 1989; HULL, 1992), ou seja, são mais favoráveis na avaliação da qualidade de vida local (SHEETS; MENZER, 1991), pois criam uma atmosfera de maior privacidade em residências e edifícios (BURNIE *et al.*, 2001), além de promover a valorização imobiliária (RELF, 1981; HULL, 1992).

A arborização urbana praticada nas cidades da maioria das regiões brasileiras tem sido historicamente desenvolvida empiricamente e muitas vezes na ausência de um contexto técnico-científico. Frequentemente na arborização urbana, empregam-se espécies exóticas, possivelmente pela maior facilidade de obtenção de mudas, quando

a exuberância e a beleza da flora nativa têm sido raramente contempladas. O plantio de espécies nativas, portanto, pode incrementar os espaços verdes e tornar o clima da cidade mais ameno. No entanto, quando plantadas de maneira aleatória, sem o entendimento dos conceitos de manutenção, as funções que as plantas oferecem não são geradas. Alvarez (2004) também ressalta a importância que a vegetação leva às zonas urbanas, criando espaços verdes com funções ecológicas e de lazer.

Saber quais espécies estão sendo utilizadas na arborização de uma cidade possibilita ter um controle de quais espécies nativas e exóticas da região podem ser utilizadas como ferramenta para disseminar ~~e~~ valorizar a conservação. Neste sentido, objetivou-se realizar o levantamento das espécies utilizadas na arborização da zona urbana na cidade de Parnaíba, Piauí, além de disponibilizar ferramentas digitais as quais têm grande alcance público com as espécies registradas. Assim, esta ação se enquadra não somente na Educação formal, quando aplicado em escolas, mas também na Educação não formal viabilizando ação de valorização dos espaços públicos urbanos.

O levantamento proporcionará, assim, a possibilidade de classificação das espécies quanto ao bioma de origem e diretrizes para o acréscimo de espécies da flora regional na arborização urbana do município, além de poder auxiliar planos gestores do poder público para a manutenção e valorização destas espécies.

2 I MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área estudada

O município de Parnaíba possui área de 436,907 km² de extensão e uma população de mais de 153.863 habitantes e densidade de 334,51 hab./km² (IBGE, 2022).

Parnaíba tem atualmente 54 praças e 18 passeios, onde foram selecionados oito praças e três passeios, devido ao grande valor histórico, comercial e turístico, conforme discriminados a seguir:

	Logradouro	**Local/ bairro**
01.	Praça Coronel Osório (Praça do antigo hotel Carneiro)	Centro
02.	Praça Antônio do Monte (Santa Casa/Troca-troca)	Centro
03.	Praça Miguel Furtado Bacelar	Centro (em frente à Secretaria de Educação)
04.	Praça Constantino Correia (Praça da Mulher do Pote)	Centro
05.	Praça Coronel Jonas	Centro
06.	Praça do Trator	Centro (ao lado da Praça Mirócles Veras)
07.	Praça Mirócles Véras (Antiga praça da locomotiva e anexa da Praça do Trator, em frente a escola Senador Alberto Silva)	Centro (Avenida Chagas Rodrigues com Capitão Claro)

	Logradouro	Local/ bairro
01.	Praça Coronel Osório (Praça do antigo hotel Carneiro)	Centro
08.	Praça Suzane Jacob ("Praça dos taxistas" em frente à parada das vans)	Centro (ao lado da Praça Santo Antônio)
09.	Passeio da Avenida Capitão Claro	Centro
10.	Passeio da Avenida Coronel Lucas	Nova Parnaíba
11.	Passeio da Avenida São Sebastião	Avenida São Sebastião

2.2 Coleta de material botânico

O levantamento florístico foi realizado em praças e canteiros centrais (passeios) das principais avenidas da cidade, previamente mapeados e georreferenciados. Analisou-se o mapa da região central, selecionando-se as áreas mais representativas do perímetro urbano, verificando para isso a localização e a importância para as comunidades locais.

Coletou-se material botânico, preferencialmente reprodutivo (botões, flores e/ou frutos), de acordo com procedimento rotineiro de campo (MORI *et al*., 1989; VAZ *et al.,* 1992) em todas as praças e passeios selecionados. De cada espécime, coletou-se cinco exemplares que foram prensados com suas respectivas fichas de campo. Quanto à origem fitogeográfica (nativa ou exótica), foi utilizada a base de dados da Lista do Flora e Funga do Brasil (http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil). As cultivadas ou naturalizadas foram consideradas exóticas.

Esta pesquisa está cadastrada no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado sob o número A7844EB.

2.3 Elaboração de material didático

A partir do conhecimento da flora foram catalogadas as espécies mais representativas (maior frequência, número de indivíduos, importância econômica local, etc.) para compor o conteúdo de um *sítio eletrônico*, com fotografias de alta resolução e a localização de cada espécime devidamente mapeados, acompanhadas das devidas informações científicas (família, gênero e espécie), além de origem quanto à Bioma e/ou país de origem e eventual uso na região. Quanto à origem, seguiu-se Souza; Lorenzi (2019).

Todos os espécimes foram fotografados para demonstrar o hábito da planta, detalhes das folhas, flores/inflorescência e o ambiente em que se encontravam. Para estas plantas também, conforme se aplique, estão atrelados "links" a outras fontes de informações sobre as mesmas, tais como herbários virtuais, por exemplo, além de "boxes" (quadros informativos) com curiosidades adicionais.

Os espécimes foram separados pelo hábito de crescimento baseado em Martins (1993) e a descrição de cada espécie foi realizada utilizando a terminologia de Vidal; Vidal (1990), Harris; Harris (1994) e Gonçalves; Lorenzi (2007).

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificadas 26 espécies arbóreas e três palmeiras arbóreas pertencentes a 14 famílias botânicas (Tabela 1). A maioria das espécies é exótica (21; 72,4%). Das espécies levantadas, Fabaceae foi a família mais frequente, com nove espécies seguida de Arecaceae e Anacardiaceae com três espécies cada. Considerou-se que a cobertura vegetal das praças e passeios de Parnaíba possuem pouca riqueza florística, tendo espécies que predominam e se repetem em quase todas as áreas analisadas.

Espécie	Família	Nome vulgar	Hábito	Origem
Adenanthera pavonina L.	Fabaceae	Olho de pavão	Árvore	Exótica
Albizia lebbeck (L.) Benth.	Fabaceae	Faveiro	Árvore	Exótica
Anacardium occidentale L.	Anacardiaceae	Cajueiro, caju	Árvore	Nativa
Annona squamosa L.	Annonaceae	Ata, fruta-do-conde, pinha, araticum	Árvore	Exótica
Attalea speciosa Mart. ex Spreng.	Arecaceae	Coco-babaçu	Palmeira arbórea	Nativa
Azadirachta indica A. Juss.	Meliaceae	Nim	Árvore	Exótica
Caryocar brasiliense Cambess.	Caryocaraceae	Pequi	Árvore	Nativa
Cassia fistula L.	Fabaceae	Chuva de ouro, Acácia	Árvore	Exótica
Clitoria fairchildiana R.A.Howard	Fabaceae	Sombreiro, faveiro	Árvore	Exótica
Copernicia prunifera (Mill.) H.E.Moore	Arecaceae	Carnaúba	Palmeira arbórea	Nativa
Delonix regia (Bojer ex Hook.) Raf.	Fabaceae	Flamboyant	Árvore	Exótica
Elaeis guineensis Jacq.	Arecaceae	Dendê	Palmeira arbórea	Exótica
Eucalyptus sp.	Myrtaceae	Eucalipto	Árvore	Exótica
Ficus benjamina L.	Moraceae	Ficus	Árvore	Exótica
Gymnostoma sumatranum (Jungh. ex de Vriese) L.A.S.Johnson	Casuarinaceae	Casuarina, pinheiro	Árvore	Exótica
Handroanthus heptaphyllus (Vell.) Mattos	Bignoniaceae	Ipê	Árvore	Nativa
Mangifera indica L.	Anacardiaceae	Manga	Árvore	Exótica
Moquilea tomentosa Benth.	Chrysobalanaceae	Oiti	Árvore	Nativa
Moringa oleifera Lam.	Moringaceae	Muringueiro, acácia-branca	Árvore	Exótica
Pachira aquatica Aubl.	Malvaceae	Cacau-selvagem	Árvore	Nativa
Psidium guajava L.	Myrtaceae	Goiaba	Árvore	Exótica
Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.	Fabaceae	Mata-fome	Árvore	Exótica

Prosopis juliflora (Sw.) DC.	Fabaceae	Algarobeira	Árvore	Exótica
Senna siamea (Lam.) H.S.Irwin & Barneby	Fabaceae	Cassia-do-sião	Árvore	Exótica
Spondias mombin L.	Anacardiaceae	Cajá	Árvore	Nativa
Syzygium cumini (L.) Skeels	Myrtaceae	Azeitona roxa	Árvore	Exótica
Syzygium malaccense (L.) Merr. & L.M.Perry	Myrtaceae	Jambo-roxo	Árvore	Exótica
Tamarindus indica L.	Fabaceae	Tamarindo	Árvore	Exótica
Terminalia catappa L.	Combretaceae	Amêndoa	Árvore	Exótica

Tabela 1. Lista das espécies do levantamento florístico realizado em praças e canteiros centrais (passeios) das principais avenidas da cidade de Parnaíba, Piauí.

A espécie mais abundante foi *Azadirachta indica*, conhecida popularmente como nim. Esta planta, nativa do sudeste da Ásia (Assam, Bangladesh, Camboja, Laos, Mianmar, Tailândia, Vietnã), é responsável por boa parte da cobertura vegetal de praças e passeios da cidade de Parnaíba. Segundo Moura (2013), esta espécie é uma árvore invasora, repelente natural de proporções desastrosas para a fauna e flora, com poder extraordinário de reprodução, um abortivo natural. Neste contexto, constata-se que existe ainda a necessidade de planejamentos urbanos mais cuidadosos nos que se refere à seleção de espécies a serem plantadas em espaços públicos, pois há espécies nativas (registradas, inclusive, em levantamentos florísticos já realizados na região) que cumprem requisitos favoráveis tais como presença de copa frondosa que proporcione sombreamento, porte e flores esteticamente agradáveis, por exemplo e que poderiam ser utilizadas.

De acordo com Lucena *et al.* (2015), *A. indica* vem sendo muito utilizada na arborização das cidades do semiárido paraibano devido à sua adaptabilidade e ao seu rápido crescimento, o qual proporciona um bom sombreamento aos pedestres e veículos. A planta apresenta copa cheia e com uma coloração verde, mesmo com podas regulares, pois o crescimento acelerado contribui para sua seleção para arborização. Esta espécie também tem sido registrada com maior número de representantes em levantamentos florísticos, como no de Carvalho, Nogueira; Lemos (2016) realizado em bairros da cidade de Parnaíba,.

Na sequência de frequência, têm-se *Moquilea tomentosa* (Chrysobalanaceae) conhecida como oiti e *Pithecellobium dulce* (Fabaceae), popularmente conhecida como mata-fome. *M. tomentosa* é nativa e endêmica no Brasil, apresenta frutos atrativos para animais e copa bastante frondosa, atributos que provavelmente são utilizados para a sua seleção na arborização de praças, canteiros e avenidas.

Pithecellobium dulce (Mata-fome) é uma espécie exótica, nativa da América Central e norte da América do Sul, muito utilizada na arborização urbana devido a fácil adaptação dessa espécie às condições climáticas do Brasil, e por ser tolerante à poda (ROCHA et al., 2012).

No que se refere ao contingente de indivíduos nas praças, verificou-se que a praça Suzane Jacob, diferente das demais, apresenta somente três espécies com porte arbóreo: *Attalea speciosa*, *Moquilea tomentosa* e *Copernicia prunifera*, espécies nativas e endêmicas do Brasil (Flora e Funga do Brasil, 2022).

As fotografias e dados referentes à maioria das espécies registradas nas áreas estudadas encontram-se no endereço eletrônico “Flora Urbana - Parnaíba-PI”: https://floraurbanaphb.blogspot.com/?m=1 (Figura 1).

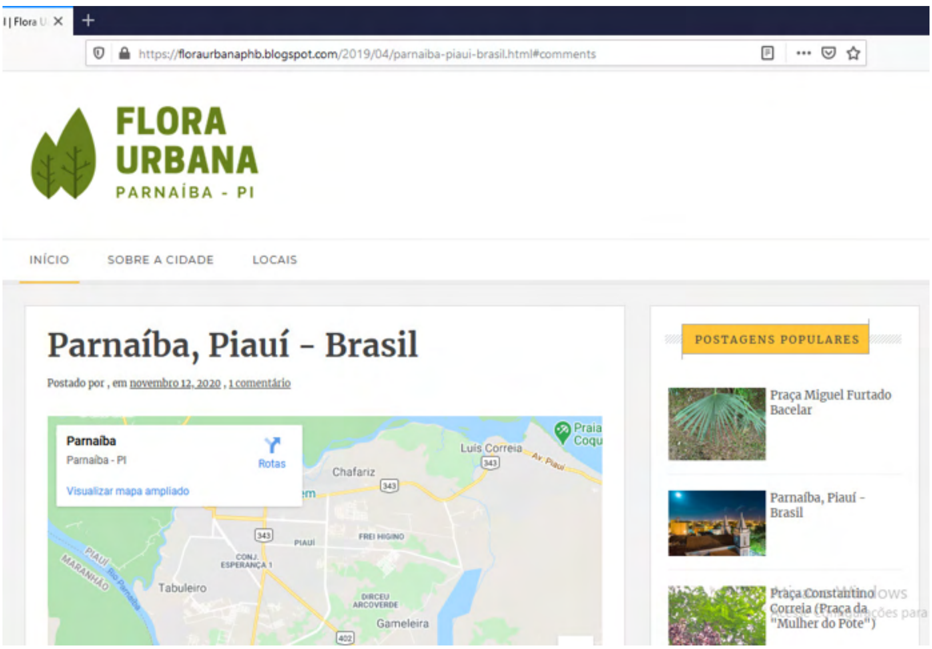


Figura 1. *Print screen* do sítio eletrônico que traz imagens e informações da flora urbana de Parnaíba, Piauí.

A seguir, são apresentadas pranchas ilustrativas (Figuras 2 a 22) com espécies registradas nas praças e passeios analisados nas praças de Parnaíba, Piauí.

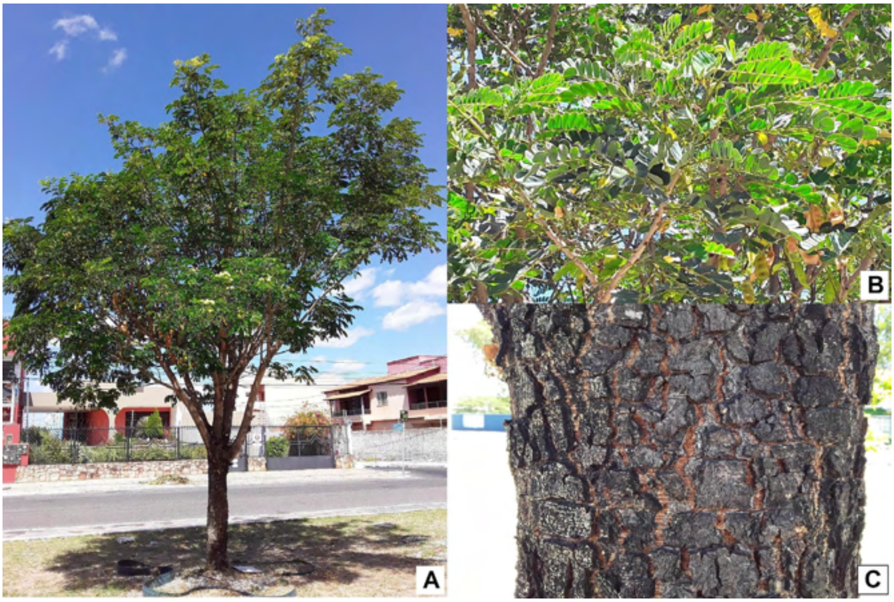


Figura 2. *Albizia lebbeck* (L.) Benth. (Fabaceae). A-Hábito; B-Ramos com folhas; C-Caule em detalhe.

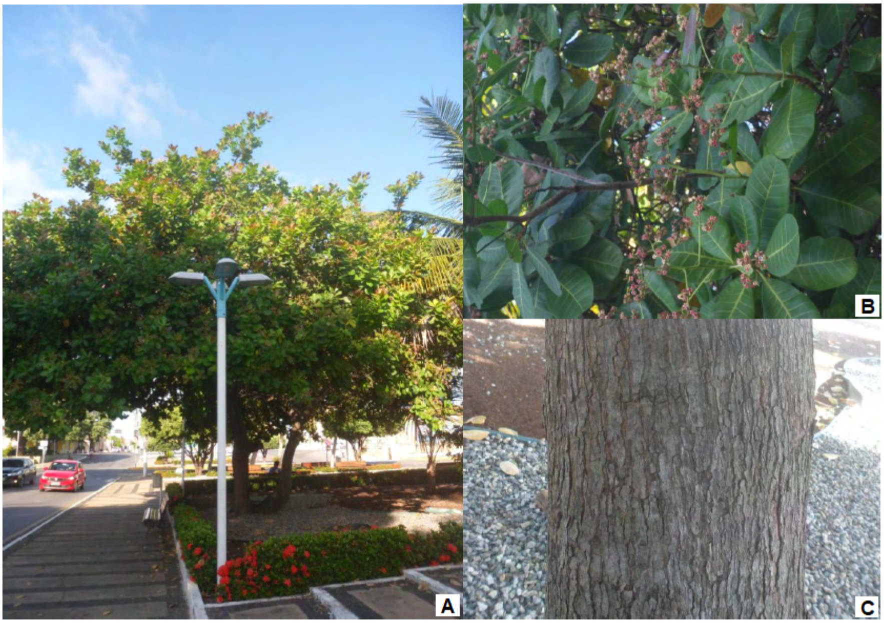


Figura 3. *Anacardium occidentale* L. (Anacardiaceae). A-Hábito; B-Ramos com folhas e flores; C-Caule em detalhe.



Figura 4. *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng. (Arecaceae). A-Hábito; B-Folhas em detalhe; C-Caule em detalhe.



Figura 5. *Azadirachta indica* A. Juss. (Meliaceae). A-Hábito; B-Caule em detalhe; C-Ramos com folhas e flores.



Figura 6. *Cassia fistula* L. (Fabaceae). A-Hábito; B-Ramos com folhas; C-Caule em detalhe.



Figura 7. *Copernicia prunifera* (Mill.) H.E.Moore (Arecaceae). A-Hábito; B-Folhas em detalhe; C-Caule em detalhe.



Figura 8. *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf. (Fabaceae). A-Hábito; B-Caule em detalhe; C-Ramos com folhas e flores.



Figura 9. *Elaeis guineensis* Jacq. (Arecaceae). A-Hábito; B-Folhas em detalhe; C-Caule em detalhe.



Figura 10. *Eucalyptus* sp. (Myrtaceae) A-Hábito; B-Ramos com folhas; C-Caule em detalhe.

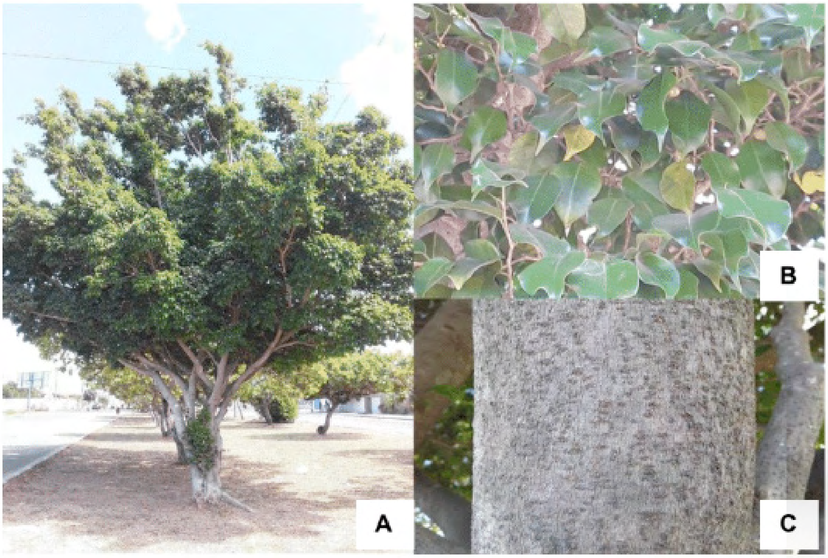


Figura 11. *Ficus benjamina* L. (Moraceae). A-Hábito; B-Ramos com folhas; C-Caule em detalhe.



Figura 12. *Gymnostoma sumatranum* (Jungh. ex de Vriese) L.A.S.Johnson (Casuarinaceae). A-Hábito; B-Caule em detalhe; C-Ramos com folhas e cones.



Figura 13. *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos (Bignoniaceae). A-Hábito; B-Ramos com folhas; C-Caule em detalhe.



Figura 14. *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae). A-Hábito; B-Ramos com folhas; C-Caule em detalhe.



Figura 15. *Moquilea tomentosa* Benth. (Chrysobalanaceae). A-Hábito; B-Ramos com folhas; C-Caule em detalhe.



Figura 16. *Pachira aquatica* Aubl (Malvaceae). A-Hábito; B-Caule em detalhe; C-Ramos com folhas e frutos jovens.

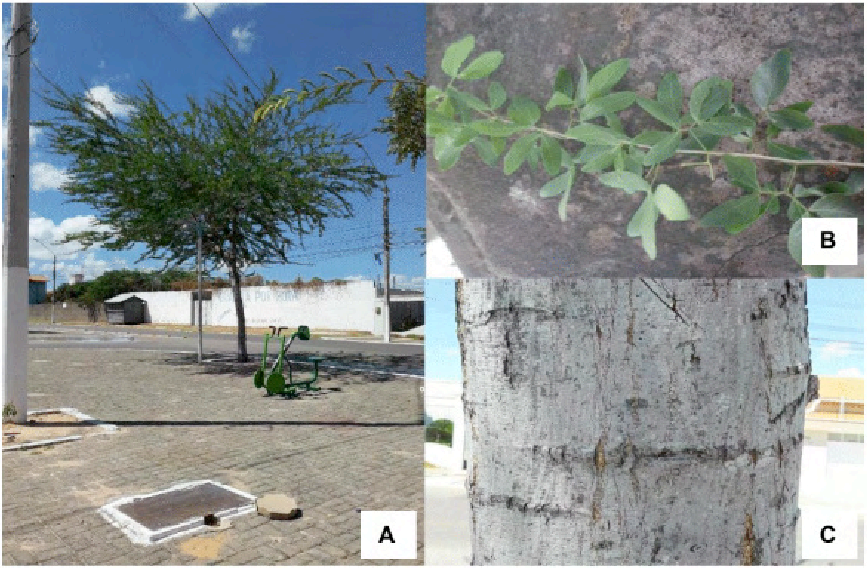


Figura 17. *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. (Fabaceae). A-Hábito; B-Ramo com folhas; C-Caule em detalhe.



Figura 18. *Senna siamea* H.S.Irwin & Barneby (Fabaceae). A-Hábito; B-Ramo com folhas; C-Caule em detalhe.

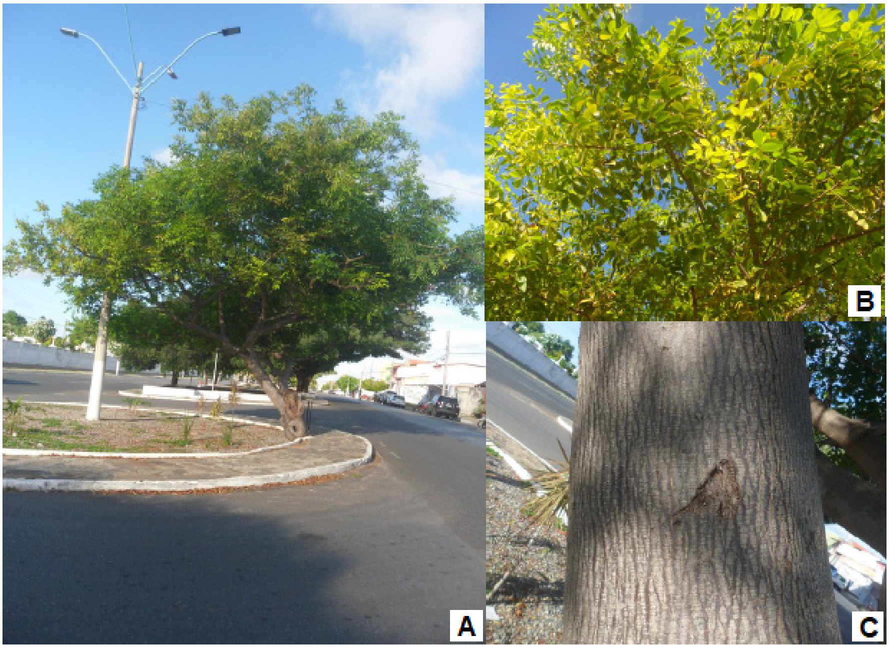


Figura 19. *Spondias mombin* L. (Anacardiaceae). A-Hábito; B-Ramos com folhas; C-Caule em detalhe.



Figura 20. *Syzygium cumini* (L.) Skeels (Myrtaceae). A-Hábito; B-Ramos com folhas; C-Caule em detalhe.



Figura 21. *Tamarindus indica* L. (Fabaceae). A-Hábito; B-Ramos com folhas e frutos; C-Caule em detalhe.



Figura 22. *Terminalia catappa* L. (Combretaceae*).* A-Hábito; B-Ramos com folhas; C-Caule em detalhe.

4 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

Depreende-se que os elementos da vegetação nos passeios e praças centrais de Parnaíba são, segundo as fontes consultadas, em sua maioria exóticas. Verificou-se uma baixa riqueza de espécies e abundância de uma única espécie no mesmo ambiente, o que diminui a biodiversidade e causa um desequilíbrio estético e ambiental. Por outro lado, também existem espécies nativas encontradas no lugar, o que valoriza a flora local.

Tendo em vista que existe a necessidade de arborizar praças, canteiros e avenidas, torna-se compreensível que busca-se sempre árvores de crescimento acelerado, resistente ao clima e doenças, que produza sombreamento e com valor estético. Portanto, no que se refere à vegetação exótica ela cumpre bem essa demanda o que a torna mais visada no momento de arborizar.

Azadirachta indica foi a espécie recorrente e dominante por sua frequência, o que pode ser preocupante por ser uma espécie exótica e vir a se tornar uma espécie invasora.

Este produto, assim, traz informações botânicas especializadas sobre as espécies vegetais presentes nos espaços urbanos de Parnaíba, proporcionando a difusão de informações que possam contribuir e incentivar futuras pesquisas, bem como contribuir com a conscientização para conservação da diversidade vegetal local.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, I. A. **Qualidade no espaço urbano, uma proposta de índice de avaliação**. Piracicaba: ESALQ, 2004. 187p.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pi/parnaiba.html. Acesso em: 07 maio 2022.

CARVALHO, L. A. de; NOGUEIRA, J. F.; LEMOS, J. R. Inventário da arborização de um bairro da cidade de Parnaíba -Piauí, com a utilização de um sistema de informação geográfica. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral/CE, v. 18, n. 1, p. 100-117, Jul.2016.

Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/ >. Acesso em: 07 mai. 2022.

HEISLER, G. Energy savings with trees. **J. Arboric**. n.15, p.113-125, 1986.

HULL, R. B. IV. How the public values urban forests. **J. Arboric**. n. 18, p. 98-101, 1992.

KULCHETSCKI, L.; CARVALHO, P. E.; KULCHETSCKI, S. S., RIBAS, L. L. F; GARDINGO, J. R., Arborização urbana essências nativas: uma proposta para região centro-sul brasileira. **Ci, Agr. Eng**., Ponta Grossa, v.12, n.3, p. 25-32. 2006.

GONÇALVES, E. G.; LORENZI, H. **Morfologia vegetal***:* organografia e dicionário de morfologia das plantas vasculares. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2007.

HARRIS, J. G., & HARRIS, M. W. **Plant identification terminology: an illustrate glossary**. Payson: Spring Lake Publishing.1994.

LUCENA, J. N.; SOUTO, P. C.; CAMAÑO, J. D. Z.; SOUTO, J. S.; SOUTO, L. S. Arborização em canteiros centrais na cidade de Patos, Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 4, p. 20-26, 2015.

MACDOUGALL, A., MCCANN, K., GELLNER, G. et al**.** Diversity loss with persistent human disturbance increases vulnerability to ecosystem collapse. **Nature** 494, 86–89 (2013). https://doi.org/10.1038/nature11869.

MARTINS, F. R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas. 1993.

MORI, F. R. et al. **Manual de manejo de herbário fanerogâmico**. Ilhéus: centro de pesquisa do Cacau, 1989. 103p.

MOURA, J. **Pacto Ambiental da Região dos Inhamuns** (Parisc), 2013.

NOWAK, D. J. Air pollution removal by Chicago's urban forest. *In*: McPherson, E. G., D. J. Nowak, and R. A. Rowntree (Eds.). **Chicago's Urban Forest Ecosystem**: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project. USDA For. Serv. Northeast. For. Exp. Sta. Gen. Tech. Rpt. NE-GTR-186, 1994.

SCHROEDER, H. W. Environment, behavior and design research on urban forests. *In:* ZUBE, E.H.; MOORE, G.T. (Eds.). **Advances in Environment, Behavior, and Design**, vol. 2. Plenum Press, New York, NY. pp. 87-117, 1989.

SHEETS, V. L.; MANZER, C. D. Affect, Cognition, and urban vegetation: Some effects of adding trees along city streets. **Environ. Behav**., v. 23, p. 285-304, 1991.

SILVA, A. T.; MUNIZ, C. F. S.; WANDERLEY, M. G. L.; KIRIZAWA, M.; SENDULSKY, T.; SILVA, T. S.; MALUF, A. M.; SILVESTRE, M. S. F.; CHIEA, S. A. C.; CUSTÓDIO-FILHO, A.; MANTOVANI, W.; JUNG, S. L.; BARROS, F.; OLIVEIRA, L. C. A. Pteridófitas e fanerógamas. In: FIDALGO, O. & BONONI, V. L. R. **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. Série Documentos. São Paulo: Instituto de Botânica, 1989. p. 31-45.

RELF, D. Dynamics of horticultural therapy. **Rehabil. Lit.** n. 42, p. 147-160, 1981.

ROCHA, R.; PIMENTEL, R. M.; BARRETO, R. C. Censo da Arborização Viária de um Bairro da Cidade do Recife, Pernambuco, com a Utilização de um Sistema de Informação Geográfica. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 285-301, out. 2012.

SMARDON, R. Perception and aesthetics of the urban enviroment: Review of the role of vegetation, **Landsc. Urban. Plann**, n.15, p. 85-106, 1998.

SOMMER , R., LEAREY, F.; SUMMIT, J. The social benefits of resident involvement in tree planting. **J. Arboric.**, n. 20, p. 170-175, 1993.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática** - Guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG IV. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2019. 768p.

SUMMIT, J.; McPHERSON, E. G. Residential tree planting and care: a study case of attitudes and behavior in Sacramento, California. **Journal of Arboriculture**, n. 24, v. 2, March 1998.

VAZ, A. M. S. F.; LIMA, M. P. M.; MARQUETE, R. Técnicas e manejos de coleções botânicas. In: **Manual técnico da vegetação brasileira**. IBGE, Rio de Janeiro, 1992. p. 5-75 (Manuais Técnicos em Geociências, 1).

VIDAL, W. N.; VIDAL, R. R. **Botânica - Organografia**; Quadros sinóticos ilustrativos de fanerógamos. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa/UFV, 1990.

CAPÍTULO 2

JOGO DIDÁTICO COMO COMPLEMENTO DAS AULAS SOBRE O TEMA MORFOLOGIA DAS FLORES E INFLORESCÊNCIAS

Data de aceite: 01/05/2022
Data de submissão: 24/03/2022

Igor da Silva dos Santos
Universidade Federal do Tocantins - UFT
Araguaína – Tocantins
http://lattes.cnpq.br/6354933107257438

Malena Gomes da Costa
Universidade Federal do Tocantins - UFT
Araguaína – Tocantins
http://lattes.cnpq.br/7614782856650382

Tamirys de Souza Rosa
Universidade Federal do Tocantins - UFT
Araguaína – Tocantins
http://lattes.cnpq.br/5638024112659651

Doralice Silva Neves
Universidade Federal do Tocantins - UFT
Araguaína – Tocantins
http://lattes.cnpq.br/8867211060547098

Gislene Ferreira da Silva
Universidade Federal do Tocantins - UFT
Araguaína – Tocantins
http://lattes.cnpq.br/7876197748520250

Patrícia Carneiro da Silva
Universidade Federal do Tocantins - UFT
Araguaína – Tocantins
http://lattes.cnpq.br/5660174261321950
https://orcid.org/0000-0003-4359-3232

Claudia Scareli-Santos
Universidade Federal do Tocantins - UFT
Araguaína – Tocantins
http://lattes.cnpq.br/3000305136161931
https://orcid.org/0000-0002-3243-6189

RESUMO: Neste artigo apresentamos o jogo didático Giro Floral, desenvolvido para trabalhar o tema Morfologia das flores e inflorescências, para a sua confecção foi utilizado bibliografia específica e o site app-sorteos.com, o qual está disponível gratuitamente na internet. O jogo é composto por uma lista com 25 perguntas, suas respectivas respostas, e também por cinco dinâmicas didáticas para serem realizadas em espaços formais e não-formais de ensino. Ao pressionar o botão giro da sorte, o programa seleciona automaticamente uma atividade cujo enunciado aparece no centro da roleta virtual; o jogo é configurado para que não ocorra repetição de questões. A realização do jogo didático permitiu a busca, por parte dos discentes, por alternativas metodológicas e didáticas para a compreensão do tema morfologia floral, o qual foi associado à importância econômica, ao cotidiano e ao regionalismo.
PALAVRAS-CHAVE: Conhecimento. Ensino-aprendizagem. Ensino de Botânica. Tocantins.

ABSTRACT: In this article we present the didactic game Giro Floral, developed to work on the theme Morphology of flowers and inflorescences for its making it was used specific bibliography and the website app-sorteos.com, which is available for free on the internet. The game presents a list of 25 questions, their respective answers and also five didactic dynamics to be carried out in formal and non-formal teaching spaces. By pressing the lucky spin button, the program automatically selects an activity whose wording appears in the center of the virtual roulette; the game is configured so that there is

no repetition of questions. The realization of the didactic game allowed the students to search for methodological and didactic alternatives to understand the theme floral morphology, which was associated with economic importance, daily life and regionalism.
KEYWORDS: Botany teaching. Knowledge. Teaching-Learning. Tocantins.

1 I INTRODUÇÃO

O ensino de Botânica é conhecido pelas dificuldades dos alunos e pelos desafios dos educadores assim como pelas publicações que apresentam ações didáticas que procuram melhorar a aprendizagem significativa de conceitos, nomenclatura botânica e promover a interação com outras áreas da Biologia.

Muitas dessas ações ocorrem nos espaços formais e não formais de ensino, funcionando como complemento da aula teórica. Na literatura científica destacam as atividades que visam a elaboração e exposição de textos e cartazes (SCARELI-SANTOS; LUCENA, 2014), o uso de trilhas (LAZZARI et al., 2017), visitas a feiras-livres (SCARELI-SANTOS et al., 2021), elaboração de modelos didáticos (CECCANTINI, 2006; SILVEIRA et al., 2017; LANDINHO et al., 2019;), aulas práticas no laboratório (STANSKI et al., 2016) e os jogos didáticos (SCARELI-SANTOS; VULCÃO; MACIEL, SCARELI-SANTOS; RODRIGUES, 2020; VIEIRA; CORRÊA 2020; CRUZ et al., 2021; SILVA et al., 2022).

> O jogo é um fenômeno antropológico que se deve considerar no estudo do ser humano. É uma constante em todas as civilizações, esteve sempre unido à cultura dos povos, à sua história, ao mágico, ao sagrado, ao amor, à arte, à língua, à literatura, aos costumes, à guerra. O jogo serviu de vínculo entre povos, é um facilitador da comunicação entre os seres humanos (Murcia, 2005, p. 9).

As atividades lúdicas envolvendo jogos didáticos despertam o interesse do educando sobre o conteúdo ministrado, influenciando de forma eficaz o processo de ensino, contribuindo com a aprendizagem significativa que objetiva relacionar temas específicos com práticas cotidianas (SCARELI-SANTOS; SILVA; OLIVEIRA, 2015).

O jogo didático quando bem planejado, com metas, desafios e uso correto de conceitos pode proporcionar aos acadêmicos melhora no entendimento dos conteúdos, entretanto é necessário adicionar elementos que despertem interesse e curiosidade, associações com o cotidiano e também trazer elementos da literatura, como poemas e contos, músicas e contato com publicações científicas que enfatizem novos usos e aplicações dos vegetais, bem como as descobertas científicas, como por exemplo de uma nova espécie, evidenciando que a Botânica não é uma ciência estática.

As leituras científicas sobre como ensinar botânica e seus desafios, associados com as dificuldades encontradas em sala de aula, motivaram a realização deste trabalho o qual teve como objetivo principal elaborar um jogo didático sobre a morfologia das flores e inflorescências e como objetivos específicos 1) trabalhar o tema com questões objetivas

e discursivas; 2) apresentar dinâmicas para serem realizadas pelos alunos em espaços formal e não formais de ensino.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida por um grupo de acadêmicos do curso de Biologia, modalidade licenciatura, da Universidade Federal do Tocantins, *campus* Araguaína, TO, matriculados na disciplina Botânica no ano de 2020; devido ao período pandêmico a mesma foi ministrada no formato remoto. Inicialmente ocorreram as aulas síncronas sobre o tema morfologia das flores e inflorescência, indicação de leituras complementares, seguida das orientações para o desenvolvimento do jogo didático, o qual deve reunir as seguintes características: jogo de formato circular, criativo, dinâmico, com perguntas e respostas envolvendo a temática morfologia floral.

Para elaboração das perguntas e respostas do jogo foram consultadas bibliografias específicas (GONÇALVES; LORENZI, 2007; RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007; VIDAL; VIDAL, 2009; REECE et al., 2015; MENDES; SOUZA; SILVA, 2017; PEREIRA, 2017; BUSSI, 2018; EMBRAPA, 2018; GUILHARD; SANTANA, 2019). Para as dinâmicas foram utilizadas as referências de Mendes; Souza; Silva (2017); Oliveira e Cavalcanti (2020) Meihy; Levine (1996), Senar (2016) e Tenório (2017).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desenvolvimento do jogo

A equipe desenvolveu uma roleta virtual que está hospedada no site app-sorteos.com. Para montagem e manutenção da roleta foi necessário a criação de um perfil na página do AppSorteos, utilizando e-mail e senha individuais. Após a realização do *login* foi possível inserir as questões sobre o tema morfologia floral; é importante ressaltar que não existe limite de caracteres por questão ou limite de perguntas na roleta. O giro e a parada da roleta são aleatórios e após o sorteio uma caixa de texto surge no canto direito da tela com o texto da opção sorteada (Fig. 1), é possível eliminar as opções sorteadas sempre que realizar-se um novo giro, deste modo as opções de perguntas diminuem a cada giro, e não ocorre a possibilidade da mesma pergunta se repetir.

Regras do Jogo Giro Floral

Após a apresentação o jogo "Giro Floral", aos alunos, os discentes serão agrupados em duplas. Para cada pergunta será realizado um sorteio pelo "Giro da Sorte" (Fig. 1 A) para decidir qual dupla irá responder, na sequência ocorrerá novo sorteio para determinar a questão (Fig. 1B), a qual será lida (Fig. 1C) pela dupla que terá 3 minutos para emitir a

resposta, caso a mesma esteja correta o jogo segue adiante, até o fim das questões da roleta. Entretanto se a questão for respondida incorretamente, o professor irá questionar às duplas se alguma souber responder. Caso nenhum aluno forneça a resposta correta, então o professor disponibilizará a mesma.

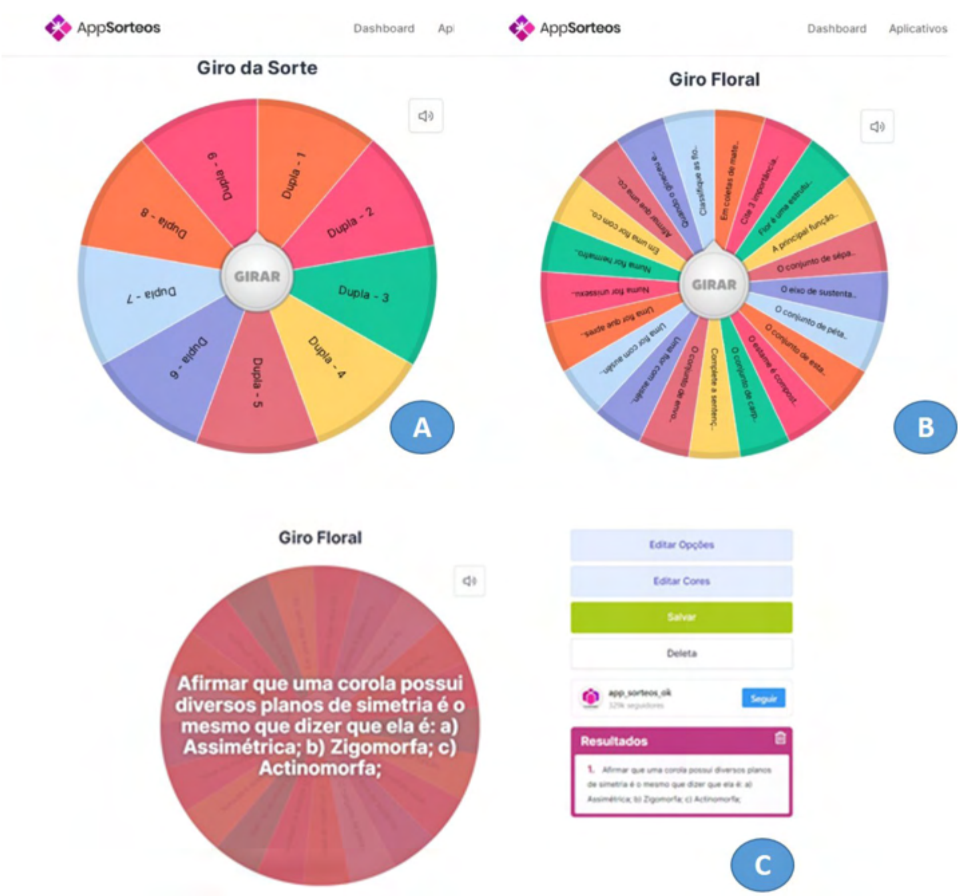


Figura 1. Jogo giro floral A: escolhas das duplas; B: Representação da tela com as perguntas antes do sorteio; C: questão sorteada.

Número	Questão	Resposta
01	Em coletas de materiais botânicos as flores são essenciais já que:	**a) Garantem precisão na identificação das espécies** b) adornam a exsicata c) Sem ela é impossível fazer a identificação
02	Cite 3 importâncias econômicas das flores.	**São utilizadas na ornamentação de casas, comércios, áreas públicas e em eventos e cerimônias; algumas flores são comestíveis; podem ser usadas para extração de essências para confecção de remédios ou perfumes.**
03	A flor é uma estrutura encontrada especificamente em:	a) **Angiospermas** b) Criptógamas c) Traqueófitas
04	Qual a principal função da flor?	a) Reprodução assexuada **b) Reprodução sexuada** c) Para ornamentação
05	O conjunto de sépalas é denominado?	**Cálice**
06	Como se denomina o conjunto de pétalas?	**Corola**
07	Qual o nome do eixo de sustentação da flor?	**a) Pedúnculo** b) Pecíolo c) Receptáculo
08	Como é denominado o conjunto de estames?	**Androceu**
09	O conjunto de carpelos denomina-se?	**Gineceu**
10	O estame é composto por:	a) Estigma e filete b) Antera e estilete **c) Antera e filete**
11	Quais os nomes das estruturas que compõem o pistilo?	**Estigma, estilete, ovário e óvulos**
12	O conjunto de envoltórios florais (Cálice e corola) denomina-se:	a) Pedúnculo **b) Perianto** c) Aperiantado

Continuação	Quadro 1	
Número	Questão	Resposta
13	Uma flor com ausência dos dois verticilos florais recebe a classificação de:	**Aclamídea.**
14	Uma flor com ausência de cálice pode ser chamada de monoclamídea. Verdadeiro ou Falso?	**Verdadeiro.**
15	Uma flor que apresenta cálice e corola diferenciáveis entre si recebe o nome de:	a) **Heteroclamídea** b) Homoclamídea c) Haploclamídea
16	Numa flor unissexual feminina existe apenas a presença de:	a) Androceu b) Estames **c) Gineceu**
17	Numa flor hermafrodita não é possível encontrar pistilo e estames. Verdadeiro ou Falso?	**Falso**
18	Em uma flor com corola gamopétala as pétalas estão livres ou unidas?	**Unidas**
19	Afirmar que uma corola possui diversos planos de simetria é o mesmo que dizer que ela é:	a) Assimétrica b) Zigomorfa c) Actinomorfa
20	Quando o gineceu está localizado acima dos verticilos florais o ovário é chamado de:	a) Ínfero **b) Súpero** c) Médio
21	Qual o nome popular da árvore símbolo do Tocantins, cujas inflorescências terminais são globosas, do tipo glomérulo, avermelhadas e ocorrem em grande número.	**Fava-de-bolota**
22	O Girassol apresenta qual o tipo de inflorescência ?	**Tipo capítulo**

Continuação	Quadro 1	
Número	Questão	Resposta
23	A espécie *Hibiscus sabdariffa* (Hibisco) possui flores avermelhadas que são comestíveis e possuem propriedades antioxidantes. Qual pigmento confere essas características à flor do hibisco?	a) Clorofila b) Carotenoides **c) Antocianina**
24	O que as plantas de brócolis, alcachofra e o couve-flor tem em comum?	**Apresentam inflorescências comestíveis.**
25	A espécie *Syngonanthus nitens* Ruhland (Capim-dourado) é muito utilizada na produção de artesanatos e Biojoias e possui uma grande importância social e econômica no Tocantins. Qual é o nome da parte da planta que é utilizada para produção destes produtos?	**a) Escapo de sustentação floral** b) raiz c) folha

Quadro 1. Questões e suas respectivas alternativas de respostas, elaboradas para o jogo Giro Floral. A resposta correta está escrita na cor azul e em negrito.

Descrevendo as atividades dinâmicas

A seguir são detalhadas as cinco atividades que serão sorteadas, ao pressionar o botão girar ao final de cada rodada do jogo. Essas atividades são alusivas, lúdicas e no formato de dinâmicas. A sua realização depende das instruções que acompanham o enunciado, podendo ser realizada por somente um dos participantes da dupla, por todos os alunos divididos em duas equipes ou ainda por uma comissão de alunos escolhida pelas duplas e poderão ser realizadas nos espaços formais e não formais de ensino. No momento do sorteio aparecerá somente o número da dinâmica e o seu tema (Fig. 2). O

texto e as ilustrações estarão no formato de um arquivo, o qual poderá ser projetado com o uso de um aparelho multimídia.

Dinâmica 1 – Descobrindo as flores no cordel

Deverá ser realizado a leitura do cordel, intitulado Flor, de autoria de Oliveira e Cavalcanti (2020), no formato de um jogral pelos integrantes da dupla sorteada (Fig. 3).



Figura 2. Roleta do Jogo giro floral elaborada para o sorteio da atividade dinâmica.

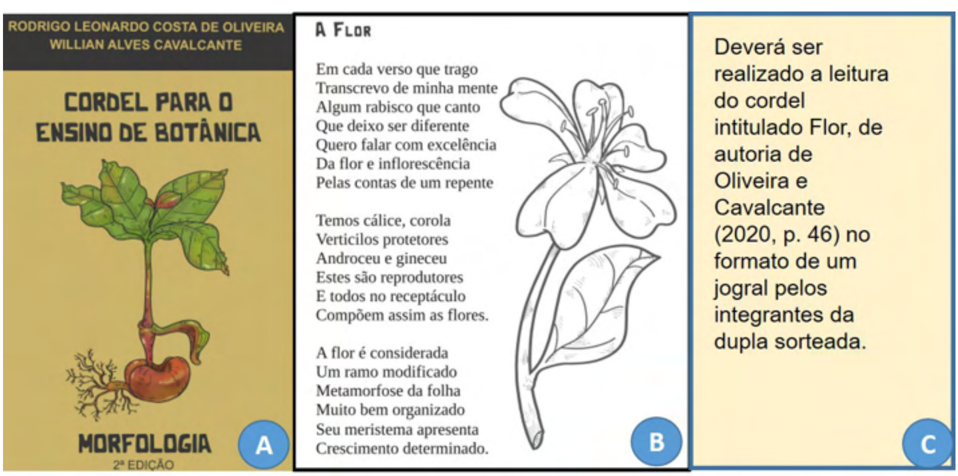


Figura 3 A. Capa do e-book Cordel para o ensino de Botânica, B. cordel intitulado Flor e C. atividade proposta aos alunos.

Dinâmica 2 – Nova espécie endêmica descoberta no Tocantins

Deverá ser realizado a leitura do texto que acompanha as ilustrações da espécie *Chamaecrista* tocantinenses, pertencente à família Fabaceae (Fig. 4) e na sequência o professor deverá propor uma discussão, com todos os alunos, sobre a importância do estudo da biologia floral na descoberta de novas espécies, envolvendo as atividades de campo e de laboratório, bem como a divulgação científica.

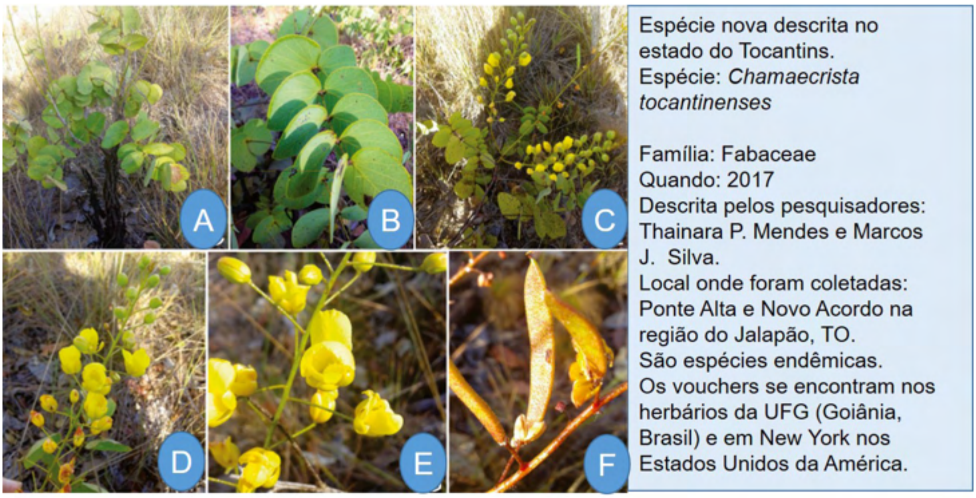


Figura 4. A espécie *Chamaecrista tocantinensis* (Fabaceae) T. P. Mendes & M. J. Silva. **A:** vista geral do indivíduo; **B:** detalhe do ramo com folhas; **C e D**: ramos floridos; **E:** detalhe das flores; **F:** detalhe do fruto. Fonte: Mendes; Souza; Silva (2017).

Dinâmica 3 – Poema A Rosa, de autoria de Carolina Maria de Jesus

Todos os alunos deverão fazer a leitura do poema (Fig. 5) e na sequência as duplas deverão se organizarem para confeccionem um álbum fotográfico virtual com registros de flores, de diferentes espécies, que estão localizadas nas proximidades das suas residências, nas ruas e avenidas bem como nas áreas recreativas da sua cidade, como os parques e praças. O álbum deverá apresentar junto as fotos, as seguintes informações nome popular da planta, data do registro e nome do local que foram fotografados.

A Rosa

Eu sou a flor mais formosa
Disse a rosa
Vaidosa!
Sou a musa do poeta.

Por todos sou contemplada
E adorada. A rainha predileta.
Minhas pétalas aveludadas
São perfumadas
E acariciadas.

Que aroma rescendente:
Para que me serve esta essência,
Se a existência
Não me é concernente…

Quando surgem as rajadas
Sou desfolhada
Espalhada
Minha vida é um segundo.
Transitivo é meu viver
De ser…
A flor rainha do mundo.

Fonte: Carolina Maria de Jesus, em "Antologia pessoal". MEIHY; LEVINE (1996). Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1996, pag. 56).

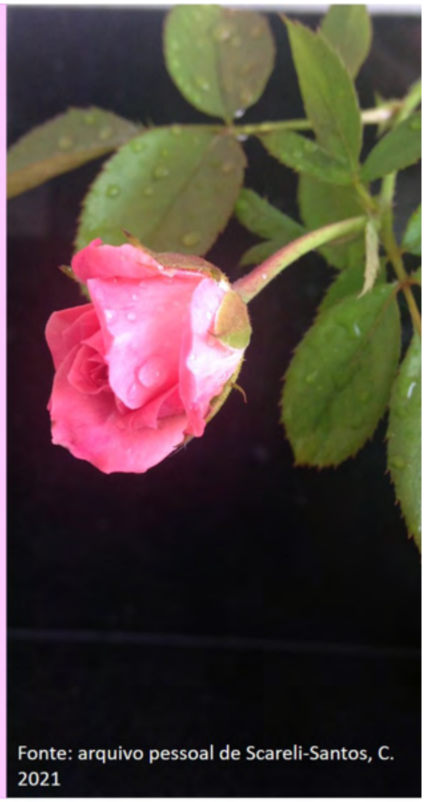


Figura 5. Poema A Rosa de autoria de Carolina Maria de Jesus.

Fonte: Arquivo pessoal de Scareli-Santos, C. 2021.

Dinâmica 4. A diversidade das flores: flores por todos os lados

Cada dupla deverá confeccionar um texto com ilustrações sobre uma espécie vegetal que apresente flores, listar suas importâncias, mencionar onde podem ser encontradas e se apresenta alguma ligação com o estado do Tocantins. Os melhores textos participarão de uma exposição.

Dinâmica 5. Inflorescências

Nessa atividade os alunos em duplas, deverão buscar textos que relatem sobre as inflorescências de espécies tropicais exóticas cultivadas (Fig. 5) e relacionar com os estados onde existem plantios comerciais evidenciando suas características morfológicas.



Figura 6. Vista geral das inflorescências das espécies tropicais exóticas: **A.** *Alpinia purpurata* (Zingiberaceae), **B.** *Etlingera* sp. (Zingiberaceae) e **C.** *Heliconia* sp. (Heliconiaceae). Fonte: arquivo pessoal de Scareli-Santos, C.

4 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos papeis de um professor é desenvolver atividades avaliativas dinâmicas que abordem o conteúdo programático, mas que também contextualizem o cotidiano dos estudantes levando em consideração assuntos da região em que vivem (KÜLLER; RODRIGO, 2012), neste caso perguntas relacionadas às espécies que ocorrem no Tocantins desempenham esta tarefa.

O jogo “Giro floral” juntamente com as dinâmicas propostas representam uma forma de contextualizar o assunto abordado em sala, sem descartar os conceitos e tópicos essenciais para a compreensão dos termos botânicos, além de proporcionar a mobilização dos alunos, os quais expõem uma tarefa de aprendizagem instigante e significativa.

REFERÊNCIAS

CRUZ, A. P.; SANTOS, G. C. J.; CORREIA, L. S.; AGUIAR, L. S.; MORAIS, S. R.; TEIXEIRA, R. L.; SCARELI-SANTOS, C. O jogo didático roda botânica: inserindo movimento e proporcionando conhecimento sobre o tema morfologia foliar. Revista Querubim, Niterói, v.5, n. 45, p. 04-09, out. 2021.

BUSSI, C. M. C. Uma revisão sobre os efeitos benéficos de fitoquímicos presentes em flores comestíveis. **Revista Brasileira de Nutrição Funcional**, São Paulo, v. 39, n. 74, p. 7-17, fev. 2018. Disponível em: https://www.vponline.com.br/portal/noticia/pdf/ccaab5e08561db9f846d744c9728c889.pdf?msclkid=-2d557ac5a65b11ec9edfe7bd9a8eccfa. Acesso em: 17 mar. 2022.

CECCANTINI, G. Os tecidos vegetais têm três dimensões. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 335-337, jun. 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbb/a/4YM3W6pgshm8MqKLr-Rwks3Q/?lang=pt. Acesso em: 02 fev. 2022.

EMBRAPA. **Pesquisa avalia vida útil e composição nutricional de flor comestível**. 2018. Disponível em:https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/33565343/pesquisa-avalia-vida-util-e-composi-cao-nutricional-de-flor-comestivel. Acesso em: 17 mar. 2022.

GONÇALVES, E. G.; LORENZI, H. **Morfologia Vegetal.** Nova Odessa: Editora Plantarum. 2007.

GUILHARD, J.; SANTANA, J.O ouro do Cerrado: o capim do Jalapão **Revista Querubim**, Niterói, v. 4, n.37, p. 90-98, fev. 2019

MEIHY, J. C. S. B.; LEVINE, R. **Carolina Maria de Jesus - Antologia pessoal** Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1996

REECE, J. B.; URRY, L. A.; CAIN, M. L.; WASSERMAN, S. A.; MINORSKY, P. V.; JACKSON, R. B. **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. 1488 p.

SILVA, I. S.; COSTA, M. G.; NEVES, D. S.; ROSA, T. S.; SILVA, G. F.; SCARELI-SANTOS, C. O jogo didático Gimnoquiz: o conhecimento sobre as Gimnospermas no formato online. **Revista Querubim**, Niterói, v.3, p.47-54, mar. 2022.

KÜLLER, J. A.; RODRIGO, N. F. Uma metodologia de desenvolvimento de competências. Boletim Técnico do Senac, Rio de Janeiro, v. 38, n. 1, p. 5-15, abr. 2012.

LANDINHO, F. M.; FRANÇA, C. V. S. R. L.; CRUZ, A. A.; SANTOS, J. O.; LOPES, Y. V. C. P.; SOUZA, J. P. T.; ALMEIDA, O. J. G. Modelo didático tridimensional para o ensino de ciências: construção de uma "folha" para ensinar botânica a pessoas com deficiência visual. **Ciência em Tela**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 1-13, jan/jun 2019. Disponível em http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos/1201es1.pdf. Acesso em 18 mar. 2022.

LAZZARI, G.; GONZATTI, F.; SCOPEL, J. M.; SCUR, L. Trilha ecológica: um recurso pedagógico no ensino da Botânica. **Scientia Cum Industria,** Caxias do Sul, v. 5, n. 3, pp. 161-167, dez. 2017. Disponível em: http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/scientiacumindustria/article/view/5842/pdf. Acesso em 15 mar. 2022.

MENDES, T. P. M.; SOUZA, A. O.; SILVA, M. J.da. A New Species Hidden in the Lowlands of Tocantins, Brazil: *Chamaecrista tocantinensis* (Fabaceae). **Systematic Botany**, Saint Louis, v. 42, n. 2, p. 326-337. May. 2017.

MURCIA, J. A. M. **Aprendizagem através do jogo**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

OLIVEIRA, R. L. C.; CAVALCANTE, W. A. **Cordel para o ensino de Botânica**. Vol. 1 – Morfologia, 2ª edição, 2020. Ed. UERR. Disponível em: https://edicoes.uerr.edu.br/index.php/inicio/catalog/view/32/37/223. Acesso em 10 dez. 2021.

PEREIRA, B. A. S. ***Parkia platycephala* Benth.** 2017. Disponível em: http://www.arvoresdobiomacerrado.com.br/site/2017/09/11/parkia-platycephala-benth-2/. Acesso em: 17 mar. 2022.

RAVEN, P. H; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2007.

SCARELI SANTOS, C.; LUCENA, L. S. Ensinando Botânica no Ensino Médio: Teoria e prática nas aulas sobre morfologia foliar. **Revista Querubim**, Niterói, v. 2, n. 24, p. 24-30, jun. 2014.

SCARELI-SANTOS, C.; RODRIGUES, S. P. S. O uso do lúdico no ensino botânica: avaliação do jogo didático "Perfil das Sementes" pelos alunos do ensino médio de uma escola pública em Araguaína, TO. **Revista Querubim**, Niterói, v. 6, n. 42, p. 27-32, out. 2020.

SCARELI-SANTOS, C.; SILVA, P. C.; LIMA, J. O. Ensino de biologia: atividades práticas nas aulas sobre o tema citologia. **Revista Querubim**, Niterói, v. 1, n. 25, p. 24-31, fev. 2015. Disponível em: http://ole.uff.br/wp-content/uploads/sites/428/2018/08/zzzquerubim_25_v_1.pdf. Acesso em 20 mar. 2022.

SCARELI SANTOS, C.; VULCÃO, M. A. S.; MACIEL, J. C. S. Jogo didático e a disciplina botânica: o que a folha me ensina? Vamos descobrir "desfolhando". **Revista Querubim,** Niterói, v. 2, n. 38, p. 69-73, jun. 2019.

SCARELI-SANTOS, C.; FERREIRA, K. M.; SILVA, K. T. G.; SÁ, M. D. S.; SILVA, R. M. O uso do espaço não formal para o ensino de botânica: aprendendo sobre diversidade, procedência e comercialização do arroz e do feijão em duas feiras livres em Araguaína, TO. **Revista Querubim**, Niterói, v.05, n. 45, p.34-40, out. 2021.

SENAR - Serviço nacional de aprendizagem rural. **Plantas ornamentais: produção de flores de corte.** Coleção SENAR Nº. 171. Brasília: SENAR. 2016. Disponível em: https://www.cnabrasil.org.br/assets/arquivos/171-Flores_corte.pdf. Acesso em 10 fev. 2021.

SILVA, I. S.; COSTA, M. G.; NEVES, D. S.; ROSA, T. S.; SILVA, G. F.; SCARELI-SANTOS, C. O jogo didático Gimnoquiz: o conhecimento sobre as Gimnospermas no formato online. **Revista Querubim**, Niterói, v.3, n.46, p.47-54, fev. 2022.

SILVEIRA, A. P.; SANTANA, I. C. H.; PEREIRA, M. J. B.; BRAGA, F. A. A.; MAGALHÃES, L. M. S.; BESERRA, J. S. M. Caráter pedagógico científico e artístico de modelos didáticos de flor e folha: percepção de atuais e futuros professores da educação básica. **Revista de Ensino de Biologia,** São Paulo, v.10, n. 1, p. 57-71, out. 2017. Disponível em: https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/view/26/5. Acesso em 15 mar. 2022.

STANSKI, C.; LUZ, C. F. P.; RODRIGUES, A. R. F.; NOGUEIRA, M. K. F. S. Ensino de Botânica no Ensino Fundamental: estudando o pólen por meio de multimodos. **Hoehnea**, São Paulo, v. 43, n. 1, p. 19-25, jan-mar. 2016. Disponível em: https://www.scielo.br/j/hoehnea/a/ShcrjyF9zr45mXwggJGHSvw/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 15 fev. 2022.

TENÓRIO, E. Flores tropicais é destaque na Agrotins 201. Disponível em: https://www.to.gov.br/noticias/flores-tropicais-e-destaque-na-agrotins-2017/2gt8sq7xrcjr. Acesso em 18 mar. 2022.

VIEIRA, V. J. C.; CORRÊA, M. J. P. O uso de recursos didáticos como alternativa no ensino de Botânica. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v.13, n. 2, p. 309-327, out. 2020. Disponível em: https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/view/290/116. Acesso em 15. Mar. 2022.

VIDAL, W.N.; VIDAL, M. R. R. 2009. **Botânica – Organografia**. Viçosa: Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa, 4ª. edição.

CAPÍTULO 3

ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DOS ESTUDANTES DO CURSO CIÊNCIAS DA NATUREZA SOBRE FISIOLOGIA VEGETAL

Data de aceite: 01/05/2022
Data de submissão: 08/03/2022

Samara Pacheco Rocha
Graduada em Licenciatura em Ciências da Natureza – Universidade Federal do Piauí, Teresina – PI
http://lattes.cnpq.br/3601846963086958

Francisco Igor Ribeiro dos Santos
Programa de Pós-graduação em Etnobiologia e Conservação da Natureza, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife - PE
https://orcid.org/0000-0001-6817-3467

Maria Jaislanny Lacerda e Medeiros
Professora do Curso de Educação do Campo-CCE, Universidade Federal do Piauí, Teresina – PI
https://orcid.org/0000-0003-3912-5073

Clarissa Gomes Reis Lopes
Professora do Curso de Ciências da Natureza-CCN, Universidade Federal do Piauí, Teresina – PI
https://orcid.org/0000-0001-7290-4576

RESUMO: Os conhecimentos prévios têm forte influência no processo de ensino e aprendizagem. Contudo, a aprendizagem só acontece quando o aluno tem conhecimento da sua concepção prévia diante do conceito científico. Com isso, o trabalho objetivou analisar os conhecimentos prévios dos licenciandos de Ciências da Natureza sobre o conteúdo de fisiologia vegetal. Para coleta de dados, foi aplicado um questionário a oito alunos de diferentes períodos, que estavam matriculados na turma de Biologia Vegetal no curso de Ciências da Natureza da Universidade Federal do Piauí. Para análise dos dados, criou-se três categorias: concepção alternativa, concepção correta e sem concepção. Pelos resultados, foi observado que embora os alunos apresentassem conceitos corretos sobre os conteúdos de fisiologia vegetal, evidenciou-se que ainda existem dúvidas sobre essa temática. Notando-se que os estudantes definem a produção do oxigênio pelas plantas como sendo a principal função da fotossíntese, ainda que citem outras funções, como a produção de matéria orgânica para obter energia para o crescimento. Ficou confirmado, portanto, que a fotossíntese não é relacionada a nutrição vegetal, assim como a respiração não é compreendida como o processo que transforma e libera a energia para o crescimento e desenvolvimento. Diante disso, faz-se necessário a utilização de novas práticas pedagógicas para alcançar as possibilidades de desenvolvimento de competências e habilidades envolvidas na construção do conhecimento sobre fisiologia vegetal.

PALAVRA-CHAVE: Botânica, conhecimento prévio, estratégia de ensino.

ANALYSIS OF ALTERNATIVE CONCEPTIONS OF STUDENTS OF THE NATURE SCIENCES COURSE ABOUT PLANT PHYSIOLOGY

ABSTRACT: Previous knowledge has a strong influence on the teaching and learning process. However, learning only happens when the student is aware of his previous conception of the

scientific concept. With This, the present work aimed to analyze the prior knowledge of nature science licensees about the contents of Plant Physiology. For data collection, a questionnaire was applied to eight students from different periods, who were enrolled in the Plant Biology class in the Natural Sciences course at the Federal University of Piaui. For data analysis, three categories were created: alternative design, correct design and no design. From the results, it was observed that although the students presented correct concepts about the contents of plant physiology, it was evidenced that there are still doubts about this theme. Noting that students define the production of oxygen by plants as being the main function of photosynthesis, although they quote other functions, such as the production of organic matter to obtain energy for growth. It was confirmed, therefore, that photosynthesis is not related to plant nutrition, just as breathing is not understood as the process that transforms and releases energy for growth and development. Therefore, it is necessary to use new pedagogical practices to achieve the possibilities of developing skills and abilities involved in the construction of knowledge about plant physiology.
KEYWORDS: Botany, prior knowledge, teaching strategy.

1 | INTRODUÇÃO

O ensino de ciências passou por muitas modificações desde que foi implementado. A abordagem dessa disciplina sempre foi discutida no contexto das escolas (BRANCO et al., 2018). O ensino da botânica acontece de maneira bem complexa, uma vez que os professores reproduzem termos científicos com nomenclaturas de difícil entendimento, que por sua vez estão bem distantes do cotidiano do aluno, esse excesso de terminologias científicas dificultam a aprendizagem dos conteúdos (STANSKI et al., 2016).

De acordo com o Melo et al. (2012), a falta de interesse dos alunos pelo estudo dos vegetais tem relação com a ausência de aulas práticas e a utilização de recursos metodológicos que não facilitam a assimilação dos conteúdos. Nesse sentido, é importante que o professor busque novas metodologias para trabalhar os conteúdos de botânica, além de realizar atividades práticas nas suas aulas (SILVA; LOPES, 2014).

Pesquisas na área da ciência vêm estudando as concepções alternativas dos alunos, ou seja, os conhecimentos prévios que são levados para a sala de aula, com o propósito de entender essas informações e diversificar as estratégias de ensino que possibilitem o entendimento do conceito científico, na qual o estudante deverá fazer a substituição (MENINO; CORREIA, 2005).

Para Sousa e Kindel (2014), as concepções alternativas no ensino da botânica vão além das dificuldades de reconhecer os vegetais como plantas. Muitos estudantes expressam ideias sobre as características anatômicas, fisiológicas e morfológicas dos vegetais que são consideradas distantes da realidade abordada no meio científico. Além do conhecimento ser repassado apenas de forma tradicional. Santos (2007) admite que o ensino sobre a fotossíntese, por exemplo, muitas vezes é pautado em um ensino exclusivamente expositivo, priorizando a transmissão de conteúdos prontos e de forma

fragmentada, e o livro didático é quase sempre o único recurso utilizado pelo professor.

Nessa perspectiva, as ideias prévias dos discentes servem para nortear o processo de ensino e aprendizagem. O trabalho do professor deve ser feito para estimular os alunos a participarem a explorarem suas ideias, que serão desenvolvidas posteriormente (MENINO; CORREIA, 2005). Oliveira (2005) ressalta a importância de o professor conhecer as concepções prévias dos alunos para decidir a melhor maneira de trabalhar um conteúdo.

É sabido que o uso de diferentes estratégias de ensino desperta maior interesse dos alunos pelos conteúdos trabalhados, na medida em que estimulam seu aprendizado cognitivo. Por esse motivo, faz-se necessário que o professor busque métodos alternativos para abordar estes temas (SILVA; LOPES, 2014).

Dessa forma, muitos recursos metodológicos podem ser utilizados para garantir que a mudança conceitual aconteça de maneira significativa e que faça sentido para o aluno, que deve utilizar esse conhecimento para a sua vida, para solucionar problemas e tomar melhores decisões (OLIVEIRA, 2005).

Nesse sentido, é de suma importância que o professor identifique as concepções alternativas dos alunos para que possa conduzir seu trabalho de maneira mais eficiente, embora seja difícil a substituição das concepções prévias pelos conhecimentos científicos.

Diante disso, o trabalho objetivou analisar os conhecimentos prévios dos licenciandos de Ciências da Natureza sobre o conteúdo de fisiologia vegetal.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada com discentes do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza da Universidade Federal do Piauí – UFPI/*Campus* Ministro Petrônio Portella, Teresina-PI para entender suas concepções alternativas e erros conceituais relacionados ao tema.

O curso de Ciências da Natureza da UFPI tem como objetivo principal a formação de professores para lecionar nos anos finais do ensino fundamental. Tem seu foco voltado para a contextualização e interdisciplinaridade dos conteúdos de física, biologia, química e afins, no qual o professor em formação adquire capacidade de compreender e interpretar o mundo físico, natural e tecnológico, ao mesmo tempo que desenvolve as técnicas que irão prepará-lo para o ato de lecionar.

Participaram da pesquisa alunos que estavam cursando a disciplina de Biologia Vegetal no ano de 2021. Existiam 13 alunos matriculados, mas apenas oito estavam participando das aulas, os quais possuíam uma faixa etária entre 18 a 42 anos, e eram do sexo masculino ou feminino. A turma era composta por alunos de diferentes períodos. Vale destacar que o trabalho foi realizado durante a pandemia do COVID-19, o que restringiu o número de estudantes matriculados, justificando o número reduzido de participantes.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas da UFPI (parecer

nº 3.945.697). Os estudantes que participaram da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O sigilo e a impessoalidade foram mantidos, utilizando apenas números para identificá-los.

A pesquisa possuiu natureza qualitativa. De acordo com Stake (2016), na pesquisa qualitativa, o próprio pesquisador é um instrumento ao observar ações e contextos, e desempenha intencionalmente uma função subjetiva no estudo, utilizando sua experiência para fazer as interpretações.

Para coleta de dados foi aplicado um questionário elaborado no google formulários, composto por nove questões, na qual não havia a obrigatoriedade de responder as todas as questões. O questionário versava sobre fisiologia vegetal (Quadro 1). As respostas desses questionamentos serviram como material para análise das concepções alternativas dos alunos.

- Você consegue dizer o que é o processo de fotossíntese?
- Qual o seu entendimento sobre a importância da fotossíntese para as plantas?
- Como você acredita que as plantas utilizam a luz do sol?
- Qual a função da clorofila para realização da fotossíntese?
- Você já leu ou ouviu falar em estômatos? O quê?
- De acordo com seus conhecimentos, qual a importância da água para as plantas?
- Na sua opinião como ocorre o transporte de água no interior das plantas?
- Você já estudou sobre seiva bruta e seiva elaborada? Compare-as.
- Você já leu ou ouviu falar sobre transpiração e respiração das plantas? O quê?

Quadro 1 - Questões utilizadas para conhecer as concepções alternativas dos estudantes sobre a fisiologia vegetal. Fonte: Autores, 2022.

A interpretação dos dados foi realizada pela análise de conteúdos e a partir do estabelecimento de categorias. Segundo Bardin (2016, p. 42), a análise de conteúdo pode ser entendida como:

> Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.

Foram estabelecidas três categorias adaptadas de Saka et al. (2006): Concepção Correta - quando a resposta apresentada está coerente com o conceito científico; Concepção Alternativa - quando a resposta apresentada é parcialmente correta, contudo, apresenta conceitos errados ligados a ela; Sem Concepção - quando a resposta não apresenta nenhuma concepção ou o conceito apresentado foge a descrição correta, sendo então um conceito errôneo ou fora do contexto científico apreciado.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro questionamento, solicitou-se que os alunos descrevessem o processo de fotossíntese. A finalidade dessa pergunta era saber se os alunos já haviam tido contado com o conteúdo e quais eram suas concepções. Para essa questão, cinco alunos apresentaram respostas:

> *"Fotossíntese".*
> "É o processo de fotossíntese onde a planta absorve a energia solar e transforma em energia química».
> *"O processo de fotossíntese. É o processo realizado pelas plantas para produção de energia. A energia solar é convertida em energia química".*
> *"Fotossíntese: a planta absorve luz solar para produzir nutrientes, transformando água e dióxido de carbono em oxigênio".*
> "Ocorrendo o processo de fotossíntese. Absorção de CO_2 e liberação de O_2".

A última resposta chamou atenção tendo em vista que aluno atribui a fotossíntesse somente a produção de oxigênio, definindo a produção do oxigênio pelas plantas como sendo a principal função da fotossíntese. Embora alguns alunos citem outras funções, como a produção de matéria orgânica para obtenção de energia, observa-se que não reconhecem os organismos fotossintetizantes como os produtores de praticamente toda a matéria orgânica do planeta e a importância deste fato para a manutenção da vida na Terra. Isso também foi observado na pesquisa de Kawasaki e Bizzo (2000). Desta forma, os alunos apresentam uma concepção alternativa que atribuem as plantas somente o papel de purificação do ar.

Nesse mesmo contexto, Taiz et al. (2017) destacam que a fotossíntese é compreendida como o processo que na presença de luz e água há liberação do gás oxigênio. A maioria dos alunos não entendem a fotossíntese como o processo responsável pela produção de composto orgânico para as plantas. Almeida (2005) aponta em seus estudos que os estudantes apresentam explicações superficiais sobre fotossíntese devido a forma como o assunto é trabalhado, contendo-se apenas na explicação de entrada de gás carbônico e liberação de oxigênio.

De acordo com Trazzi e Oliveira (2016), para a formação do conceito de fotossíntese é necessário que os alunos entendam que a planta precisa captar o gás carbônico do ar, e ao fazer isso ocorre uma reação química na qual esse gás, na presença de luz e de clorofila, reage com água que a planta absorve e, em nível celular, forma-se uma molécula denominada glicose e o gás oxigênio é eliminado.

Na segunda questão, foi solicitado que descrevessem a respeito da importância da fotossíntese para as plantas. Na análise, sete respostas foram categorizadas como concepções alternativas e uma resposta foi categorizada como sem concepção, pois o aluno não soube descrever a importância do processo (Quadro 2).

Respostas	Categorias
É importante para as plantas e pra nós seres humanos.	Concepção alternativa
É de grande importância pois ela utiliza a luz do sol para produzir seu próprio alimento.	Concepção alternativa
A fotossíntese é o processo pelo qual a planta se alimenta, desse modo é de extrema importância para ela, mas também é muito importante para os outros seres vivos pois esse processo libera oxigênio.	Concepção alternativa
Fotossíntese.	Sem concepção
Manutenção da sobrevivência da planta.	Concepção alternativa
Ocorre transformação da luz em glicose e oxigênio.	Concepção alternativa
É de suma importância para a sobrevivência da planta assim como para os seres vivos, pois esse processo é importante para a entrada de energia na biodiversidade.	Concepção alternativa
A fotossíntese é importante pois possibilita a planta de absorver a luz solar liberando o oxigênio, assim ajudando no seu desenvolvimento.	Concepção alternativa

Quadro 2 - Respostas referente a pergunta: Qual o seu entendimento sobre a importância da fotossíntese para as plantas? Fonte: Autores, 2022.

Evidencia-se que os alunos apresentam concepções superficiais e conceitos vagos para a descrever a importância da fotossíntese. Isso acontece devido as dificuldades de compreender o processo de fotossíntese ainda na educação básica. Este fato, segundo Souza e Almeida (2000), "[...] acontece devido a uma série de dificuldades no ensino da noção de fotossíntese, decorrentes de concepções diferenciadas daquelas aceitas pela comunidade científica".

Todo ano, bilhões de toneladas de açúcar são produzidas na natureza pelos organismos fotossintetizantes. Entretanto, de acordo com Raven, Evert e Eichhorn (2014), a importância da fotossíntese vai além do peso absoluto desse produto, sem este fluxo de energia a partir do sol e canalizado em grande parte pelos cloroplastos das células eucarióticas das plantas, o ritmo da vida no planeta seria rapidamente diminuído e, então, praticamente cessaria por inteiro devido à entropia.

Em relação a utilização da luz solar pelas plantas, das oito respostas, sete foram categorizadas como concepção alternativa. Os participantes associaram a utilização da luz solar ao processo de transformação de energia. Uma das respostas foi categorizada como sem concepção, pois o aluno não compreendeu a pergunta (Quadro 3).

De acordo com Almeida (2005), a luz é capturada por um grupo de pigmentos envolvidos na fotossíntese, absorvendo energia luminosa, quando os pigmentos absorvem luz, os elétrons são empurrados para um nível de energia superior, que causa uma reação química.

Respostas	Categorias
Através da luz solar	Sem concepção
Utiliza através da clorofila, onde ela absorve energia da luz solar e essa energia se transforma em nutrientes que é necessária para sobrevivência e manutenção da mesma.	Concepção alternativa
Através da clorofila, estrutura presentes nas folhas das plantas.	Concepção alternativa
A maioria das plantas ficam debilitadas quando não recebe luz.	Concepção alternativa
Absorvem os raios solares e os convertem em energia.	Concepção alternativa
Ela absorve luz de acordo com um comprimento de onda adequado e transforma a luz em energia para planta.	Concepção alternativa
Utilizam para produzir energia química capturando gás carbônico do ambiente e liberando oxigênio.	Concepção alternativa
Como fonte de energia para poder absorver a água e respirar.	Concepção alternativa

Quadro 3 - Respostas referente a pergunta: Como você acredita que as plantas utilizam a luz do sol? Fonte: Autores, 2022.

Quando questionados sobre a função da clorofila para realização da fotossíntese, obteve-se sete respostas, sendo que em três os alunos associaram a clorofila a captação de luz, que representa uma concepção correta; outros três alunos relacionaram a clorofila a obtenção de compostos orgânicos, defendendo que o pigmento é responsável por conceder nutrientes as plantas, e um aluno relatou não lembrar da função (Quadro 4). Segundo Macmahon et al. (1991), as clorofilas são pigmentos presentes nos vegetais, capazes de absorver a radiação da luz visível, desencadeando as reações fotoquímicas da fotossíntese.

Respostas	Categorias
Absorver luz para realização da fotossíntese.	Concepção correta
A clorofila que dá coloração verde para alguns vegetais principalmente aos tecidos das folhas vai ajudar na obtenção de compostos orgânicos.	Concepção alternativa
Capturar a luz solar.	Concepção correta
Conceder nutrientes as plantas.	Concepção alternativa
Transformar e armazenar energia.	Concepção alternativa
Faz a captação da luz.	Concepção correta
Não lembro.	Sem concepção

Quadro 4 - Respostas referente a pergunta: Qual a função da clorofila para realização da fotossíntese? Fonte: Autores, 2022.

Quando arguidos sobre os estômatos, quatro respostas apresentadas pelos alunos foram categorizadas como sem concepção; e quatro respostas foram categorizadas como concepção alternativa; em apenas uma resposta foi descrito a importância dos estômatos no controle da perda de água por evaporação (transpiração), sendo esse um fato muito

importante para as plantas. (Quadro 5).

Respostas	Categoria
Por onde as plantas fazem as trocas gasosas.	Concepção alternativa
Sim.	Sem concepção
Sim. São estruturas que auxiliam nas trocas gasosas.	Concepção alternativa
Obtenção de alimento.	Sem concepção
Sim. Corresponde a abertura presente na parte externa da planta para realização de trocas gasosas.	Concepção alternativa
Sim. São estruturas das células que permitem a transpiração das plantas além de absorção de algumas substâncias.	Concepção alternativa
Sim. Na morfologia da flor.	Sem concepção
Não.	Sem concepção

Quadro 5 - Respostas referente a pergunta: Você já leu ou ouviu falar em estômatos? O que?” Fonte: Autores, 2022.

Para Trivallato et al. (2014) os estômatos são aberturas microscópicas encontradas na superfície da folha que permitem a entrada e a saída de gases e de vapor de água. De acordo com Raven, Evert e Eichhorn (2014, p. 285), “[...] é através dos estômatos que o dióxido de carbono necessário para a fotossíntese difunde-se para o interior da folha e o oxigênio produzido difunde-se para a atmosfera”.

No tocante a importância da água para as plantas, constatou-se que três respostas foram categorizadas como uma concepção alternativa, quatro como concepção correta e uma resposta como sem concepção (Quadro 6).

Respostas	Categorias
A água é o líquido mais precioso para a sobrevivência.	Concepção alternativa
Ela é de grande importância tanto para as sementes e o desenvolvimento da planta quanto para a fotossíntese.	Concepção correta
A água é importante tanto no transporte de sais minerais presentes no solo como também para a realização da fotossíntese. A água é bastante importante também na reprodução das plantas.	Concepção correta
Hidratação, obter sais minerais.	Concepção alternativa
A água mantém a hidratação e a planta a utiliza também para germinar e transportar nutrientes.	Concepção correta
Solvente importante para o transporte de substâncias da raiz para as folhas.	Concepção correta
Ajuda na germinação e manutenção da planta.	Concepção alternativa
É importante pois mantém a viva devido a grande quantidade de luz solar, assim permitindo que a planta não seque já que a água a hidrata.	Sem concepção

Quadro 6 - Respostas referente a pergunta: De acordo com seus conhecimentos, qual a importância da água para as plantas? Fonte: Autores, 2022.

Sobre a importância da água, os autores Chavarria e Santos (2012) e Araújo et al. (2019) relatam que a água é um reagente para vários processos, como a hidrólise do amido em açúcares solúveis, que é imprescindível na germinação de sementes. Esses autores afirmam que no processo fotossintético a água é demandada na liberação de prótons e elétrons da etapa fotoquímica, assim como na regulação da abertura e fechamento estomático.

Outros alunos associaram a importância da água ao transporte de nutrientes na planta, essa concepção é cientificamente aceita (Quadro 6). De acordo com Taiz et al. (2017), uma das funções importantes da água está relacionada com o movimento e absorção de nutrientes essenciais para as plantas, pelo processo conhecido como fluxo de massa.

Em relação ao transporte de água no interior da planta, cinco respostas foram categorizadas como sendo concepção correta, duas foram categorizadas como sendo alternativa, e uma foi categorizada sem concepção, visto que o aluno apresentou uma concepção com erro conceitual. Notou-se que a maioria dos alunos associaram o transporte de água ao xilema, sendo essa uma afirmação correta (Quadro 7).

Respostas	Categoria
Através do xilema.	Concepção correta
Por meio do xilema, que é um condutor de nutrientes.	Concepção correta
Algumas através de vasos condutores.	Concepção alternativa
Pelos vasos condutores.	Concepção alternativa
Ocorre por meio da raiz e internamente o xilema transporta.	Concepção correta
O transporte de água ocorre pelos vasos condutores xilema.	Concepção correta
Por meio do xilema.	Concepção correta
Através dos filamentos que contém no interior das plantas.	Sem concepção

Quadro 7 - Respostas referente a pergunta: Na sua opinião como ocorre o transporte de água no interior das plantas? Fonte: Autores, 2022.

Na questão que tratava sobre a seiva bruta e elaborada, apenas seis estudantes apresentaram respostas, sendo três categorizadas como sem concepção, duas como concepção correta e uma como alternativa (Quadro 8). Diante das respostas apresentadas, notou-se que a maioria dos alunos chegam ao ensino superior sem concepção prévia sobre o assunto.

Respostas	Categorias
Não.	Sem concepção
Sim.	Sem concepção
Não sei opinar sobre.	Sem concepção
Transporte de minerais e nutrientes.	Concepção alternativa
Sim. Seiva bruta a planta absorve e seiva elaborada a planta produz.	Concepção correta
Sim. Seiva bruta vai da raiz para as folhas através do xilema e seiva elaborada é transportada das folhas para raiz e outras partes da planta pelo floema.	Concepção correta

Quadro 8 - Respostas referente a pergunta: Você já estudou sobre seiva bruta e seiva elaborada? Compare-as. Fonte: Autores, 2022.

Esse fato pode estar relacionado com a forma que o professor trabalha os conteúdos de fisiologia vegetal na escola. Para Silva e Lopes (2014), é importante que o professor adote metodologias diferenciadas para trabalhar os conteúdos de botânica. Os mesmos autores ainda defendem a realização de atividades práticas durante as aulas. Outros alunos apresentaram concepções corretas, relacionando a seiva bruta ao que a planta absorve e a seiva elaborada ao que planta produz.

Por fim, em relação as concepções dos alunos quanto ao processo de transpiração e respiração das plantas, sete participantes responderam, quatro respostas foram categorizadas como sem concepção e três respostas foram categorizadas como concepção alternativa (Quadro 9).

Respostas	Categorias
Não.	Sem concepção
As plantas também respiram.	Concepção alternativa
Não.	Sem concepção
Sim. Processo de absorção de água.	Sem concepção
Sim. A transpiração ocorre nas folhas e a respiração ocorre através dos estômatos.	Concepção alternativa
Sim. A transpiração ocorre através da abertura dos estômatos e a respiração ocorre com a transformação de CO2 em O2 pela planta.	Sem concepção
Sim. Transpiração é quando a planta tem água em excesso.	Concepção alternativa

Quadro 9 - Respostas referente a pergunta: Você já leu ou ouviu falar sobre transpiração e respiração das plantas? O que?

Fonte: Autores, 2022.

Na análise das respostas, observou-se que alguns alunos só apresentam concepções para o processo de transpiração deixando de mencionar o processo de respiração vegetal. Alguns estudantes não têm a visão de que as plantas respiram o tempo todo, consumindo gás oxigênio. Dessa forma, sugere-se que esses alunos nunca tiveram contato com esse

conteúdo ou não entenderam sobre o tema durante a vida escolar.

Esse fato, segundo Araújo e Silva (2015) pode ser relacionado com a dificuldade que muitos alunos têm em compreender os termos relacionado a essa área de ensino. Para Pieroni (2019), a maioria das dificuldades apresentadas pelos alunos está associada a complexidade dos termos científicos que são usados. Sobre isso, Dutra e Gullich (2016) e Silva (2008) defendem que é preciso compreender o conceito que o aluno já sabe, para depois trabalhar a aprendizagem dos conceitos científicos, fazendo com que desperte no aluno o interesse para a aprendizagem de nomenclaturas, definições e regras de nomes complexos, como é o caso da botânica.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos dados mostrou que os alunos apresentam concepções alternativas acerca do tema de Fisiologia Vegetal. Observou-se a presença de concepções pluralistas e simplistas e que a maioria dos conceitos apresentados partem dos conhecimentos construídos pela sua relação com o meio e também na vida escolar. Concepções essas, que muitas vezes são transmitidas durante a educação básica apenas como receitas prontas que não favorecem o desenvolvimento conceitual dos estudantes.

Ficou demonstrado que embora os alunos apresentem conceitos corretos sobre os conteúdos de fisiologia vegetal, ainda existem muitas dúvidas quanto ao processo de fotossíntese e sobre sua importância para a vida no planeta Terra. Ficou evidenciado, portanto, que a fotossíntese não é entendida como uma função de nutrição vegetal, assim também como a respiração não é compreendida como função de transformação e liberação de energia que necessita da matéria orgânica previamente produzida pela fotossíntese, na presença ou não do oxigênio. Um outro ponto que chamou atenção foi em relação a seiva bruta e seiva elaborada, na qual observou-se que a maioria dos alunos não apresenta concepção, constatando que esse conteúdo não é abordado na educação básica de maneira eficiente para garantir um aprendizado efetivo.

É fundamental a ampliação destes conceitos no ensino superior, por entender que sem conhecimento de conceitos científicos ligados aos conhecimentos prévios, os conteúdos perdem a ação consciente e de prática efetiva. Portanto, existe a necessidade da contextualização de conteúdos já estudados, para que aproxime o aluno do conhecimento científico, os quais devem ser trabalhados com novas práticas pedagógicas para alcançar as possibilidades de desenvolvimento de competências e habilidades, envolvidas na construção do conhecimento sobre fisiologia vegetal.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. O. **Noção de fotossíntese:** Obstáculos epistemológico na construção do conceito científico atual e implicações para a educação em ciências. Camdombá. Revista Virtual, v. 1, n. 1, p.16-32, jan/jun., 2005.

ARAUJO. J. G. N. et al. Estresse hídrico em plantas forrageiras: Uma revisão. **PUBVET,** v. 13, n. 1, p.1-10, jan., 2019.

ARAUJO, J. N.; SILVA, M. F. V. Aprendizagem significativa de botânica em ambientes naturais. **Rev. ARETÉ**, Manaus, v. 8, n.15, p. 100-108, número especial, 2015.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2016.

BRANCO, C. P.; BRANCO, A. B. G.; IWASSE, L. F. A.; ZANATTA, S. C. O ensino de ciências no Brasil: Dilemas e desafios contemporâneos. **Revista Valore**, Volta Redonda, v. 3 (Edição Especial), p. 714-725, 2018. Disponível em: <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/181>. Acesso em: 26 out. 2019.

CHAVARIA, G.; SANTOS, H. P**. Plant water relations: absorption, transport and control mechanisms**. In: Advances in selected plant physiology aspects. p. 105-132, 2012.

DUTRA, A. P.; GÜLLICH, R. I. C. Ensino de Botânica: Metodologias, concepções de ensino e currículo. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 6, n. 2, p. 39-53, 2016.

KAWASAKI, C. S.; BIZZO, N. M. V. Fotossíntese um tema para o Ensino de Ciências? Conceitos Científicos em Destaque. **Química nova escola**, n. 12, p. 24-29. nov., 2000.

MACMAHON, M. J. et al. Growth of Dendranthema x Grandiflorum (Ramat) Kitamura under various spectral filters. **Jornal of American Society of Horticultural Science**, v. 116, p. 950-954, 1991.

MELO, E. A.; ABREU, F. F.; ANDRADE, A. B.; ARAUJO, M. I. O. A aprendizagem de botânica no ensino fundamental: Dificuldades e desafios. **Scientia Plena**, v. 8, n. 10, p.1-8, 2012.

MENINO, E. F.; CORREIA, S.O. Concepções alternativas ideias das crianças acerca do sistema reprodutor humano e reprodução. **Educação e Comunicação**, n. 4, p. 97-117, 2005.

OLIVEIRA, S. S. Concepções alternativas e ensino de biologia: como utilizar estratégias diferenciadas na formação inicial de licenciados. **Educar**, v. 26, p. 233-250, 2005.

PIERONI, L. G. **Scientia amabilis:** Um Panorama do Ensino de Botânica no Brasil a Partir da Análise de Produções Acadêmicas e de Livros Didáticos de Ciências Naturais. Tese (Doutorado em Educação Escolar) — Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências e Letras (Campus Araraquara) f. 265, 2019.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

SAKA, A.; CERRAH, L.; AKDENIZ, A. R.; AYAS, A. A cross-age study of the understanding of three genetic concepts: How do they image the gene, DNA and chromosome? **Journal of Science Education and Technology**. v. 15, n. 2, p. 192-202, 2006.

SANTOS, J. C. **Ciência e Educação**, Bauru – SP, v. 13, n. 3, p. 311-322, 2007.

SILVA, J. N.; LOPES, N. P. G. Botânica no Ensino Fundamental: diagnósticos de dificuldades no ensino e da percepção e representação da biodiversidade vegetal por estudantes. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciências**, v. 13, n. 2, p. 115-136, 2014.

SILVA, P. G. P. **O ensino da Botânica no nível fundamental: um enfoque nos procedimentos metodológicos**. Tese (Doutorado em Educação Para a Ciência) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2008.

SOUSA, C. L. P.; KINDEL, E. A. I. C. Compartilhando Ações e Práticas Significativas Para o Ensino de Botânica na Educação Básica. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 9, n. 3, p. 44-58, 2014.

SOUZA, S. C.; ALMEIDA, M. J. P.M. A fotossíntese no ensino fundamental: compreendendo as interpretações dos alunos. **Ciência & Educação.** Piracicaba, v. 8, n. 1, p. 97-111, 2000.

STAKE, R. E. **Pesquisa qualitativa: estudando como as coisas funcionam**. Porto Alegre: Penso Editora, 2016.

STANSKI, C.; LUZ, C. F. P.; RODRIGUES, A. R. F.; NOGUEIRA, M. K. F. S.; Ensino de Botânica no Ensino Fundamental: estudando o pólen por meio de multimodos. **Hoehnea**, v. 43, n. 1, p.19-25, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**, 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TRAZZI, P. S. S.; OLIVEIRA, I. M. A. Ação mediada no processo de formação dos conceitos científicos de fotossíntese e respiração celular em aulas de biologia. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 21, n 2, p. 121-136, 2016.

TRIVELLATO, J. J. et al. **Projeto Athos: Ciências, 7º ano** – 1. ed – São Paulo: FTD, 2014.

CAPÍTULO 4

OPTIMIZATION OF MICROWAVE -ASSISTED EXTRACTION OF ANTI-CANCEROUS CONSTITUENTS OF TURMERIC *(CURCUMA LONGA L.)* BY RESPONSE SURFACE METHDOLOGY

Data de aceite: 01/05/2022

Mariam Liaqat
Department of Computational Physics
University of Okara,

Naila Mukhtar
Department of botany
University of okara,

Asma saleem
Department of botany
University of okara,

Gulnaz parveen
Department of botany
Women University swabi

Maria Naqve
Department of botany
University of Agriculture, Faisalabad

Athar Mahmood
Department of Agronomy
University of Agriculture, Faisalabad

Faiza Jamil
Department of Botany
University of Okara

Zunaira Hashmi
Department of Physics
University of Okara

Arshad Kamran
Department of Physics
University of Okara

ABSTRACT: Turmeric (*Curcuma longa L.)* is a significant plant among cultivated spice crop in Pakistan. It belongs to a ginger family (Zingiberaceae).Turmeric has been used as anti-oxidant and anti-cancerous and ant-inflammatory properties containing herb all over the world. The most active constituents of turmeric are curcumin and its derivatives demethoxycurcumin (DMC) and bisdemethoxycurcumin (BDMC) collectively called curcuminoids. The present work reports on extraction of curcuminoids through Microwave-assisted technique optimized by Response Surface methodology (RSM).Three independent variables ethanol concentration (10-95%), extraction time (2-4minutes) , extraction temperature(250-400ºC) were selected. Total 27% yield of curcuminoids was calculated after crystallization of curcuminoids. The higher yield calculated at (95% ethanol), at time of (4minutes) and at (400ºC) temperature. The presence of curcuminoids was confirmed by UV-visible spectroscopy and curcumin showed maximum absorbance at 430nm to 465nm wavelength in ethanol solvent. Separation of curcuminoids was carried out by thin layer chromatography (TLC) analysis and results showed retention factor (RF) value at 0.78, 0.55, and 0.48 as curcumin, demethoxycurcumin, bis-demethoxycurcumin respectively. It is concluded that theoretical yield calculated by RSM was comparatively very close to experimental yield and Microwave-assisted extraction technique optimized by RSM was easiest and advanced way to obtain pure curcuminoids.

1 I INTRODUCTION

There is some truth to the old age that cancer is as old as the human race, but paleo

pathologic findings indicate that tumors existed in animals in prehistoric times, long before men appeared on Earth (Hajdu, 2011). The Egyptians attempted to treat tumors and cancers with cautery, knives, and salts, and introduced arsenic paste that remained in use as ‘‘Egyptian ointment’’ until the 19th century (Kim et al. 2014). The Sumerians, Chinese, Indians, Persians, and Hebrews of the same epoch were partial to herbal remedies such as tea, fruit juices, figs, and boiled cabbage, but in advanced cases, they did not hesitate to resort to solutions and pastes of iron, copper, sulfur, and mercury(Castiglioni, 2011). They believed that cancer was initiated by natural causes. They rationalized that excess or deprivation of blood, mucus, bile, and other body secretions, particularly at old age, may induce cancer. Remedies for cancer were compiled by Pliny the Roman (AD 23-79), in his Materia Medica (Jasvir et al. 2018. He recommended compound herbal and other remedies for internal use in advanced cancer before or after attempted surgery. His most highly praised prescription was a boiled mixture of ash of sea crabs, egg white, honey, and powdered feces of falcons (Talmadge and Fidler, 2010).Tumor is a mass composed of a group of abnormal cells. There are approximately 200 types of cancer (Jiang et al. 2013).

The consumption of herbal medicines is increasing steadily throughout the world as an alternative treatment for a number of health problems including heart diseases, diabetes, high blood pressure and even certain types of cancer (Jasvir et al. 2018). Herbs and spices can modify micro biota which can stimulate growth within organisms that protect against cancer as well as within microorganisms that may serve to increase cancer risk (Chirstine et al. 2008)**.** Culinary herbs and spices generally serve as antioxidants but may also serve as pro-oxidants at higher exposures. Inflammation, tumergenesis, and carcinogen bio activation influence cancer risk and tumor behavior, but interventions which inhibit these processes can contribute to cancer(Schmidt and Weber, 2006).

Turmeric (*Curcuma longa* L.) is a spice that has received much interest from both the medical/scientific worlds as well as from the culinary world. Turmeric is a rhizomatous herbaceous perennial plant (*Curcuma longa L.*) of the ginger family zingiberaceae(Priyadarsini, 2014). Turmeric is known to possess antibacterial, anticancer, antifungal, Antioxidant and anti –inflammatory properties (Susan et al. 2017). The major component, curcumin, is a polyphenolic compound classified as generally recognized as safe (GRAS) by the U.S. Food and Drug Administration(An et al. 2011). Curcumin is available in various formulations: capsules, tablets, ointments, energy drinks, soaps and cosmetics (Gupta et al. 2013). Curcumin is the main component of turmeric; it is also known as diferuloylmethane and is a yellow-orange crystalline solid (Zhu et al. 2017).

Recently it has been shown that phenolic compounds have an inhibitory effect on cancer and its ability to metastasize (Zhang et al. 2013). Curcuminoids, the principal pigment and bioactive compounds in turmeric, are composed of curcumin (1,7-bis-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl-1,6-heptadiene-3,5-dione) and its derivatives desmethoxycurcumin (DMC) and bisdesmethoxycurcumin (BDMC), which have been widely studied for antioxidant,

anticancer, ant mutagenic, and antibacterial functions(Hu et al. 2016). Curcuminoids are used in cosmetics as ingredients in skincare products due to their antioxidant, anti-inflammatory, and anti-aging activities (Arct et al. 2014). Curcuminoids are yellow pigments whose main compounds are curcumin (70–75%), desmethoxycurcumin (10–20%) and bisdesmethoxycurcumin (5–10%) and represent 2–9% of the active components in turmeric (Sahne et al. 2017).

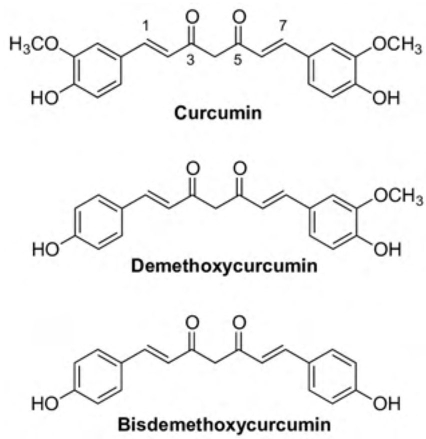


Fig: 1.1 Chemical structures of Curcuminoids.

In this research we are using microwave-assisted extraction technique optimized by response surface methodology. In the present time, the application of computer software technology in the research process has brought about remarkable results, gradually replacing traditional methods. One of the methods used to optimize the conditions that affect the extraction of plants is the response surface methodology. Response surface methodology (RSM) is a method used to simultaneously optimize two or more factors affecting the experiment process (Chandrap et al. 2018). Response Surface Method used to find the interaction of different affecting factors. Response surface methodology explores the relationship between different explanatory variables or different response variables. This method was first introduced by George E. P. Box and K. B. Wilson in 1951.Experiments is conducted at experimental designs and output is recorded (Chelladurai et al. 2021).

RSM is also capable of designing experiments. The designed experiments will consists of 12 or 20 experiments for optimization of 2 and 3 factors affecting the extraction process, respectively. In addition, RSM also facilitates the experiment detection and manipulation. Finally, with the simultaneous optimization of multiple factors, RSM results in the equations for prediction, and 3D models that describe the interaction of conditions on the response factor (Bahl et al. 2018).In the current stage, green technology has always been the subject of many studies Desai et al. 2014).A particular attraction in this field is microwave extraction because of its ability to transfer energy to the material, its environmental-friendliness and

most importantly, the ability to improve the quality(Abdurrahman et al. 2012) .

However, to improve the yield in the extraction of turmeric extract not only does the choice of extraction method matter, but it is also necessary to consider the optimization of the influencing conditions through response surface methodology (Bach et al. 2017). Microwave extraction and response surface methodology are used to extract turmeric extract and optimize the factors that influence the extraction process. (Tran et al. 2019). The requirement for the advancement of high performance in the extraction method is essential(Barzegar et al. 2019).

The aims and objectives of the present study were as follow; Optimization of extraction process by response surface methodology (RSM). To find a maximum yield of turmeric extract by Microwave-Assisted Extraction Technique and to characterize the Anti-Cancerous compounds of turmeric by different analytical techniques.

2 | MATERIALS AND METHODS

Turmeric (*Curcuma longa* L.) plant is used in this research. It belongs to (zingiberaceae) family. The main compound (Curcumin) present in turmeric is an important bio-active Constituent of turmeric. Yellow color of turmeric is due to this curcumin compound. There are lots of benefits we obtain from turmeric. It is used as spice, food coloring, and dyes. It has anti-cancer, anti-oxidant, anti-inflammatory effects that help in cure of cancer, inflammation, oxidative stress, joints pain and other diseases. The main focus of this research was to highlight the anti-cancer compounds of turmeric. For this purpose different techniques were used for the optimization of extraction process of turmeric and characterization of its anti-cancerous compounds were used.

Following techniques were used: Response Surface Methodology (RSM) for the theoretical prediction of the values, Microwave Assisted Extraction Technique (MAE)

1. Filtration
2. Ultra-Violet Visible Spectroscopy
3. Thin Layer Chromatography (TLC)

2.1 Response Surface Methodology (RSM)

Response surface methodology (RSM) was introduced by Wilson and Box. Response surface methodology is a collection of mathematical and statistical techniques based on a polynomial equation to the experimental data. It is an optimization tool that can identify interrelationship between variables as being adopted by experiment in food and herbal plants extraction. In this research Response surface methodology was applied for the optimization of extraction conditions. It is performed by using design expert software 8.0.7.1.

In Response surface methodology different steps were followed as

1. Central composite design (CCD)

- Analysis, Fit summary, ANOVA, Model graphs , Predicted vs. actual yield
- 3D Graphs

2. Final equation

2.2 Central Composite Design (CCD)

Before applying the Response Surface methodology (RSM), it is first necessary to choose an experimental design that will define which experiments should be carried out in the experimental region being studied. RSM helps to determine the best experimental design in order to identify the relationship between variables. Three independent variables Extraction time (X1), Extraction temperature (X2), Ethanol concentration (X3) were selected. After selecting variables in design expert it provided us 17 run at different ethanol concentration, extraction time, extraction temperature. CCD Model is presented in Table 1.

Factors	**Code**	**Levels**	
		Low level	High level
Ethanol concentration (%)	X1	10	95
Extraction time (Minutes)	X2	2	4
Extraction temperature (ºC)	X3	250	400

Table1: 3.3.1 Central composite Design (CCD) for the extraction of Turmeric (*Curcuma longa L.)*

2.3 Microwave Assisted Extraction

2.3.1 Principal of working

Microwave-assisted extraction (MAE) is an automated green extraction technique that offers many advantages such as the reduction of the extraction time and solvent consumption. MAE largely complies with the minimum criteria required for modern sample preparation techniques, and provides a very attractive alternative to conventional approaches for the extraction of organic compounds from a wide variety of matrices. MAE is a conventional technique for the extraction of active components from medicinal plants, using microwave energy to heat solvents containing samples, thereby partitioning analytes from a sample matrix into the solvent. The main advantage of MAE is its ability to rapidly heat the sample solvent mixture, resulting in its wide applicability for the rapid extraction of analytes, including thermally unstable substances. MAE can reduce the extraction time to < 20 min and solvent consumption below 20 ml. Furthermore, the recoveries obtained are usually higher than the conventional methods.

3 I EXTRACTION EXPERIMENTS

Fifteen experiments were performed by ultrasonic extraction method given by design Expert software

Runs	Ethanol Concentration (%)	Extraction Time (Min)	Extraction temperature	Solvent to drug ratio(g/ml)	Solution
1	10.00	2.00	250.00	1:10	20ml
2	10.00	2.00	400.00	1:10	20ml
3	52.50	1.32	325.00	1:10	20ml
4	52.50	4.68	325.00	1:10	20ml
5	52.50	3.00	325.00	1:10	20ml
6	95.00	2.00	250.00	1:10	20ml
7	95.00	4.00	250.00	1:10	20ml
8	52.50	3.00	325.00	1:10	20ml
10	95.00	2.00	400.00	1:10	20ml
11	10.00	4.00	250.00	1:10	20ml
12	52.50	3.00	198.87	1:10	20ml
13	10.00	4.00	400.00	1:10	20ml
14	52.50	3.00	325.00	1:10	20ml
15	52.50	3.00	451.13	1:10	20ml
17	95.00	4.00	400.0	1:10	20ml

Table1: 3.3.1 Central composite Design (CCD) for the extraction of Turmeric (*Curcuma longa L.).*

YIELD ESTIMATION

After cyrstallization of curcuminoids yield was calculted by dividing total dry weight of total extract by total weight of dry powder.

Yields of extracts obtained were calculated as follows :

$$\text{Yield (\%)} = \frac{\text{Total weight of recoverd extract}}{\text{Total weight of dry powder}} \times 100$$

4 I ANALYTICAL TECHNIQUES (FOR CHARCATERIZATION OF SAMPLES)

Results of Extraction of Curcuminoids

We performed fifteen experiments given by deign expert software. During first experiment ethanol concentration was 10% and extraction time 2 minutes and temperature was 250ºC.So total curcuminoids yield we calculated from this extracted solution was 5.810mg/2g.WE see that due to lower concentration of ethanol and lower temperature curcuminoids contents lead to less in yield. After this second experiment was carried out and we used 10% ethanol concentration and extraction time was 2 minutes and extraction temperature was 400ºC so yield we calculated was 6.621mg/2g.Agter third experiment was carried out and we used 52% ethanol concentration and extraction time 1.32 minutes and extraction temperature was 325ºC and calculated yield was 9.10 higher than above mentioned yield because of the higher concentration of ethanol and temperature than these experiments. After this during 4th experiment we used again 52% ethanol concentration extraction time was 4.68 and extraction temperature was 325 and we calculated the yield of 14.910mg/g due to the higher concentration of curcuminoids. During the fifth experiments we used 52% ethanol concentration and extraction time was 3 minutes and extraction temperature was 325. The calculated yield was 13.4mg due to the higher content of curcuminoids in the solution. During the 6th experiment we used 95% ethanol concentration and extraction time was 2 minutes and extraction temperature was 250ºC and calculated yield was 15.601mg due to the higher content of curcuminoids.



Fig:4.2.1 Extracted samplesafter Micro-wave assistedextraction.

TOTAL YIELD

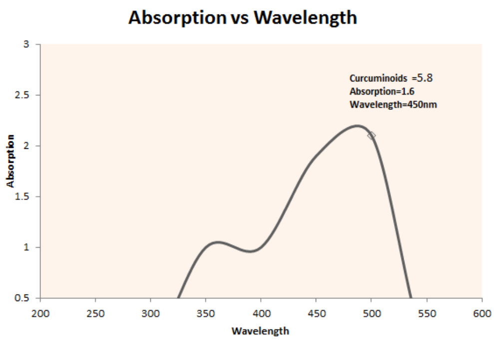
Total yeild weas estimated as follows :

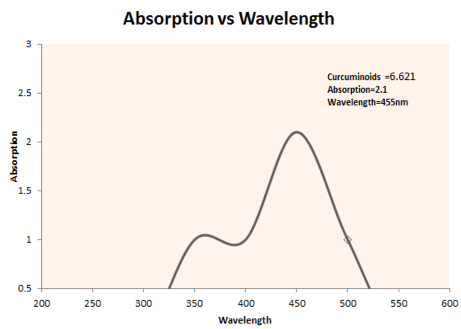
$$\text{Yeild (\%)} = \frac{\text{Total weight of recoverd extract}}{\text{Total weight of dry powder}} \times 100$$

$$= \frac{182.0561mg}{30g} \times 100$$

Total yield = 27% total number of curcuminoids

5 l UV-VISIBLE SPECTROSCOPY RESULTS





These graphical explanation of uv results shows that higher number of curcuminoids containing solution shows peak near to the standard peak of curcumin which is 423nm.So when we see the grapp Figure.(i) it shows peak at 455nm and it solution contains 5.810 number of curcuminoids content.In the next figure.(ii) it shows 465nm peak very farther away from the standard peak of curcumin due to the less amount of curcuminoids.Furthermore solution containing 9.160 curcuminoids yiled shows peak at 445nm and absorbance at 1.7.After this solution containing 14.910mg curcuminoids yield shows peak at 440nm and absorbance at 2.4.Next solution shows wavelength peak at 445nm and absorbance at 2.3.Furthermore solution containing 15.6mg curcumin yield shows peak at 435nm which is slightly closer to standard peak of curcumin.Solution containing 17.051 and 17.8 and 17.8 shows most closer peaks to the standard peak of curcumin so these are the best peaks we see.Solution containing 10.0 , 4.8, 6.625mg yield of curcuminoids shows lowest peak and farther away from standard peak because of the lower concentration of curcuminoids.So according to the results we conclude that solution containg higher content of curcuminoids shows good peaks near 430-435 nm and solution containing lower numbe rof curcuminoids shows lowest peak at 44—465nm.

REFERENCES

Adiwidjaja J, McLachlan AJ, Boddy AVJEoodm, toxicology. 2017. Curcumin as a clinically-promising anti--cancer agent: Pharmacokinetics and drug interactions. 13(9):953-972.

An Y-E, Ahn S-C, Yang D-C, Park S-J, Kim B-Y, Baik M-YJL-FS, Technology. 2011. Chemical conversion of ginsenosides in puffed red ginseng. 44(2):370-374.

Arena A, Romeo MA, Benedetti R, Masuelli L, Bei R, Gilardini Montani MS, Cirone MJP. 2021. New insights into curcumin-and resveratrol-mediated anti-cancer effects. 14(11):1068.

Barzegar F, Omidi N, Kamankesh M, Mohammadi A, Ferdowsi R, Jazaeri SJAM. 2019. An advanced microwave-assisted extraction-low density solvent based on a sensitive microextraction method coupled with reverse phase high-performance liquid chromatography for the simultaneous determination of heterocyclic aromatic amines in fried chicken nuggets. 11(7):942-949.

Batra H, Pawar S, Bahl DJPr. 2019. Curcumin in combination with anti-cancer drugs: A nanomedicine review. 139:91-105.

Berger PD, Maurer RE, Celli GB. 2018. Introduction to response-surface methodology. Experimental design. Springer. p. 533-584.

Castiglioni A. 1931. Histoire de la médicine: Édition française établie par les soins de l'auteur. Traduction par j. Bertrand... Et f. Gidon.(1. Tirage). Payot.

Destandau E, Michel T, Elfakir CJNpep, applications. 2013. Microwave-assisted extraction. (21):113.

Fidelis GK, Louis H, Tizhe TF, Onoshe SJJoM, Sciences C. 2019. Curcumin and curcumin-based derivatives as anti-cancer agents: Recent nano-synthetic methodologies and anti-cancer therapeutic mechanisms. 2(2):59-63.

H Lajis N, Abas F, Othman I, Naidu RJN. 2020. Mechanism of anti-cancer activity of curcumin on androgen-dependent and androgen-independent prostate cancer. 12(3):679.

Hajdu SIJC. 2011. A note from history: Landmarks in history of cancer, part 1. 117(5):1097-1102.

Hu S, Kim B-Y, Baik M-YJFC. 2016. Physicochemical properties and antioxidant capacity of raw, roasted and puffed cacao beans. 194:1089-1094.

Hussein Y, Loutfy SA, Kamoun EA, El-Moslamy SH, Radwan EM, Elbehairi SEIJIJoBM. 2021. Enhanced anti-cancer activity by localized delivery of curcumin form pva/cncs hydrogel membranes: Preparation and in vitro bioevaluation. 170:107-122.

Kanchanathawornviboon X, Monton C, Urairong HJJ. 2021. Microwave-assisted extraction of curcuminoids from organic curcuma longa l. In different oil types for cosmetic purpose: An optimization approach. 11(1):71-89.

Kleijnen JP. 2015. Response surface methodology. Handbook of simulation optimization. Springer. p. 81-104.

Liu P, Ying Q, Liu H, Yu SQ, Bu LP, Shao L, Li XYJOR. 2020. Curcumin enhances anti-cancer efficacy of either gemcitabine or docetaxel on pancreatic cancer cells. 44(4):1393-1402.

Mirzaei H, Bagheri H, Ghasemi F, Khoi JM, Pourhanifeh MH, Heyden YV, Mortezapour E, Nikdasti A, Jeandet P, Khan HJA-CAiMC. 2021. Anti-cancer activity of curcumin on multiple myeloma. 21(5):575-586.

Nüchter M, Ondruschka B, Bonrath W, Gum AJGc. 2004. Microwave assisted synthesis–a critical technology overview. 6(3):128-141.

Okolie CL, Mason B, Mohan A, Pitts N, Udenigwe CCJFH. 2019. The comparative influence of novel extraction technologies on in vitro prebiotic-inducing chemical properties of fucoidan extracts from ascophyllum nodosum. 90:462-471.

Palve YP, Nayak PJIJoP, Sciences B. 2012. Curcumin: A wonder anticancer drug. 3(2):60-69.

Pandey VK, Ajmal G, Upadhyay SN, Mishra PKJIJoP. 2020. Nano-fibrous scaffold with curcumin for anti--scar wound healing. 589:119858.

Pandya N, Khan E, Jain N, Satham L, Singh R, Makde RD, Mishra A, Kumar AJB. 2021. Curcumin analogs exhibit anti-cancer activity by selectively targeting g-quadruplex forming c-myc promoter sequence.

SOBRE O ORGANIZADOR

JESUS RODRIGUES LEMOS - Professor do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Delta do Parnaíba-UFDPar (anterior UFPI/*Campus* Ministro Reis Velloso), desde março de 2007. Possui Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Piauí, Mestrado em Biologia Vegetal pela Universidade Federal de Pernambuco, Doutorado em Ciências Biológicas (Botânica) pela Universidade de São Paulo e Pós-Doutorado no *Royal Botanic Gardens*, *Kew*, Londres. Desenvolve pesquisas na área de Botânica, com ênfase em Florística, Fitossociologia, Fitogeografia e Etnobotânica com a vegetação do semiárido brasileiro e Ensino de Botânica.

ÍNDICE REMISSIVO

N

P

R

S

Z

Atena Editora
Ano 2022

Ensino, pesquisa e inovação em botânica 2

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora
Ano 2022

Ensino, pesquisa e inovação em botânica 2

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br